

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Формирование геохимических барьеров в торфяном болоте у поселка Тимирязевское (г. Томск)

УДК 551.438.222:628.11(571.16-25)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Федченко Артём Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Савичев О. Г.	Д.Г.Н. профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т. Г.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пашков Е. Н.	К. Т. Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженерные изыскания в строительстве	Савичев Олег Геннадьевич	Д.Г.Н. профессор		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность и готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОПК(У)-2	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, находить и принимать управленческие решения, формировать цели команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности
ОПК(У)-3	Готовность к изучению, анализу и сопоставлению отечественного и зарубежного опыта по разработке и реализации проектов природообустройства и водопользования
ОПК(У)-4	Способность использовать знания методов принятия решений при формировании структуры природно-техногенных комплексов, методов анализа эколого-экономической и технологической эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования, проектов восстановления природного состояния водных и других природных объектов
ОПК(У)-5	Способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства
ОПК(У)-6	Способность собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию
ОПК(У)-7	Способность обеспечивать высокое качество работы при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования, при проведении научно-исследовательских работ
Профессиональные компетенции	
Проектно-исследовательская деятельность	
ПК(У)-1	Способность определять исходные данные для проектирования объектов природообустройства и водопользования, руководить изысканиями по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов
ПК(У)-2	Способность использовать знания методики проектирования инженерных сооружений, их конструктивных элементов, методики инженерных расчетов, необходимых для проектирования систем, объектов и сооружений для природообустройства и водопользования
ПК(У)-3	Способность обеспечивать соответствие качества проектов природообустройства и водопользования международным и государственным

	нормам и стандартам
Научно-исследовательская деятельность	
ПК(У)-6	Способность формулировать цели и задачи исследований, применять знания о методах исследования при изучении природных процессов, при обследовании, экспертизе и мониторинге состояния природных объектов, объектов природообустройства и водопользования и влияния на окружающую среду антропогенной деятельности
ПК(У)-7	Способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов
ПК(У)-8	Способность делать выводы, формулировать заключения и рекомендации, внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности
ПК(У)-9	Способность проводить поиск, получение, обработку и анализ данных полевых и лабораторных исследований, обследований, экспертизы и мониторинга объектов природообустройства, водопользования
Профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	Способность осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Савичев О.Г.

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2BM91	Федченко Артёму Сергеевичу

Тема работы:

Формирование геохимических барьеров в торфяном болоте у поселка Тимирязевское (г.Томск)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№12-11/с от 12.01.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Данные о химическом составе болотных вод и вытяжек из торфа, вещественный состав минеральных включений в торф Тимирязевского болота.
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Уточнение данных о химическом составе болотных вод 2) Выявление особенностей изменения вещественного состава минеральных включений в торф Тимирязевского болота по глубине 3) Выявление закономерного изменения химического состава вытяжек из торфов по глубине Тимирязевского болота
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Схема размещения участка исследования и пунктов отбора проб торфа. 2) Методика исследования 3) Химический состав вод Тимирязевского болота. 4) Изменения химического состава вытяжек из торфов по глубине торфяной залежи Тимирязевского болота.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент ОСГН: Рыжакина Т. Г.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент ООД: Пашков Е. Н.</p>
<p>Английский язык</p>	<p>Старший преподаватель ШБПИ: Кемерова Н.С.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Изученность водного режима болот и химического состава торфа/ The study of the water regime of swamps and the chemical composition of peat</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>28.02.2021</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Савичев О. Г.	Д.Г.Н. профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Федченко А.С.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование
 Уровень образования магистратура
 Отделение геологии
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года
 Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Гидрогеохимическая изученность болот юга Томской области	...
	Природные условия формирования и функционирование Тимирязевского болота и их гидрохимического режима	
	Антропогенные воздействия на Тимирязевское болото	...
	Методика исследования	
	Химический состав болотных вод и его пространственно-временные изменения	
	Изменение состава химического состава торфяных вытяжек и вещественного состава минеральных включений в торф по глубине залежи в декабре 2019 г.	

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Савичев О. Г.	Д. Г. Н. профессор		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Савичев О. Г.	Д. Г. Н. профессор		

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат	9
Введение	10
1. Изученность гидрогеохимических условий заболоченных территорий на юге Томской области ..	12
2. Природные условия формирования и функционирования Тимирязевского болота и его гидрохимического режима	15
2.2. Общая характеристика объекта исследования	16
2.3 Климатические условия.....	17
2.4 Характеристика геологических и геоморфологических условий.....	19
2.4.1 Геологическое строение	19
2.4.2 Геоморфология	20
2.5 Гидрогеологические условия	22
2.6 Гидрологические условия	23
2.7 Почвенно-растительный покров.....	26
2.7.1 Почвы	26
2.7.2 Растительный покров	26
3. Хозяйственная деятельность в районе Тимирязевского болота	28
4. Методика исследования.....	30
5. Химический состав болотных вод и его пространственно временные изменения	32
6. Изменения химического состава торфяных вытяжек и вещественного состава минеральных включений в торф по глубине торфяной залежи	36
7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	48
7.1 Предпроектный анализ	49
7.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	50
7.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	53
7.4.1 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	55
7.5 Планирование управления научно-техническим проектом	55
7.6 Бюджет научного исследования.....	57
7.7 Реестр рисков проекта.....	61
7.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности	61
7.9 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	66
8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	70
8.1 Производственная безопасность	73

8.2 Анализ вредных и производственных факторов	74
8.3 Экологическая безопасность (охрана окружающей среды)	83
8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	84
Заключение.....	86
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	88
Приложение А.....	96

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 105 с., 24 рис., 35 таб., 106 источников, 1 текстовое приложение.

Ключевые слова: Западная Сибирь, болото, заболоченность, болотные воды, торф, геохимический барьер, вертикальная зональность.

Тема выпускной квалификационной работы «Формирование геохимических барьеров в торфяном болоте у поселка Тимирязевское (г. Томск)»

Объектом исследования является северо-западная часть Тимирязевского болото.

Цель работы – отследить изменения химического состава торфов и состава минеральных включений в торфа по вертикальной зональности как индикаторов условий формирования геохимических барьеров болот.

В работе проведен анализ изменения химического состава вытяжек из торфов и минеральных включений в торф по вертикальной зональности, сопоставление данных с исследованиями прошлых лет и выводом о процессе формирования геохимических барьеров в торфяной залежи.

В результате исследования был проведен анализ литературных и полевых данных; определены факторы, влияющие на образование геохимических барьеров в торфяной залежи.

Магистерская диссертация выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, при построении таблиц использован табличный процессор Microsoft Excel 2010.

Введение

Актуальность работы. С одной стороны, болота являются индикатором, отражающим специфические условия водосборной территории, а с другой – оказывают существенное влияние на формирование эколого-геохимического состояния подземных и поверхностных вод, связанных с ним.

Одной из важнейших характеристик процесса развития, эволюции и деградации болот являются химические элементы и их распределение по глубине торфов. Изучение факторов влияющих на вертикальную зональность распределения химических элементов, определяет актуальность моего исследования, несмотря на большое количество трудов в данной области, в том числе и по Западной Сибири, которая является самой заболоченной из всех регионов в мире [1, 2].

Объектом исследования является северо-западная часть Тимирязевского болота переходного типа недалеко от Томского водозабора.

Цель. Выявить изменения торфяного химического состава (кислотных вытяжек) по глубине Тимирязевского болота (западная окраина города Томска, Западная Сибирь) и состава минеральных включений в торфе, как индикаторов условий формирования геохимических барьеров болота в природно-антропогенных условиях, которые характеризуются сочетанием влияния гумидного, т. е. влажного и сурового, климата, а также высокого повышения уровня речных вод, превышающего 10 метров, одного из самых крупных в России подземных водозаборов и атмосферного загрязнения от пятисоттысячного города.

Для достижения этих целей рассмотрим следующие задачи.

1. Гидрохимическая изученность болот.
2. Природные условия формирования и функционирования Тимирязевского болота и его гидрогеохимического режима.

3. Антропогенное воздействие на Тимирязевское болото.
4. Химический состав болотных вод и его пространственно-временные изменения.
5. Изменение химического состава торфяных вытяжек по всей глубине залежей торфа.

Методы: методы определения химического и минерального состава торфов, включая масс-спектрометрический метод с индуктивно связанной плазмой, статистические методы.

1. Изученность гидрогеохимических условий заболоченных территорий на юге Томской области

Болота, расположенные на Западно-Сибирской равнине, начали активно исследовать в начале XX века. Первостепенной целью для исследования болот послужило выявление наиболее пригодных территорий для заселения и проживания на этих землях. В связи с открытием крупных месторождений газа и нефти в Западной Сибири, а также с появлением перспективы разработки значительных месторождений торфа исследования болот получили преобладающее значение в 50–70 годах XX века. Именно эти исследования стали иметь особенное значение в научном обосновании хозяйственного освоения данного региона. А этот период стал наиболее весомым в развитии исследований заболоченной территории Западной Сибири. Этими исследованиями занимались многие известные ученые: Олюнин Л. А., Львов С. Л., Назарова М. И., Шварцев Н. М и другие. Полученные результаты исследований обобщены в монографии, изданной под редакцией М. И. Нейштадта в 1977 году.

В данном регионе комплексные исследования свойств болот проводили различные институты, занимающиеся изучением гидрологии, геохимии и геоэкологии. Это СибНИИТ, ТПУ, ТГУ, МГУ и другие.

Исследования, раскрывающие факторы, которые влияют на формирование химического состава болотных вод, начинаются в тот же период, когда А. А. Бронзов проводил исследования по установлению связи между типом болот и химическим составом болотных вод. По результатам этого исследования был сделан вывод о том, что характер растительности болот полностью соответствует водно-минеральному питанию и отчасти связан с минеральным составом подстилающих грунтов. Более детально это выводы изложены в публикациях С. Л. Шварцева [1998]. Химический состав болотных вод формируется в геохимической обстановке, но ее влияние на этот процесс изучено еще не достаточно полно [Н. М. Рассказов, 1975]. Это касается также взаимной связи между концентрацией основных химических элементов в

болотных водах и торфе. В результате проведенных исследований выявляют, что существует взаимосвязь между процессами гидрогеохимической среды и условиями торфяного минералообразования.

Изучением химического состава торфов и болотных вод Западной Сибири в разные периоды времени занимались Л. И. Инишева и соавторы [1983...2017], С. Л. Шварцев [1998...], Н. М. Рассказов и соавторы [1969...], О. Г. Савичев [2002...2020].

По минерализации и химическому составу болотные воды в значительной степени отличаются от вод, поступающих с осадками и в виде поверхностного стока. В этом заключается характерная особенность торфа как естественного реактора, так как водородный показатель кислотности (рН) большинства природных вод меньше 7 и ионообменные процессы в болоте протекают в основном в кислой среде.

Одним из главных условий определения типа минерального питания болота является содержание в болотных водах таких химических элементов, как кальций, магний, железо и гидрокарбонат. Это показал результат исследования химического анализа торфов и болотных вод. По мере перехода от эвтрофных к олиготрофным водоемам содержание этих элементов в водах и торфах уменьшается. Многие ученые, проводившие исследование в этой области, считают, что решающая роль в определении минерального питания принадлежит кальцию.

Связь между количеством кальция и типом торфа была изложена в исследованиях М. Флейшера [1922], М. Н. Никонова [1956, 1960]. Они утверждали, что высокое содержание кальция в почвах снижает ее кислотность и именно кальций следует рассматривать в качестве регулятора процесса торфообразования. А количество сульфатов и хлоридов в болотных водах всех типов всегда непостоянно, поэтому их нельзя считать основой определения типа минерального питания. Обобщение результатов проведенных исследований позволило установить, что воды низинного болота имеют реакции рН 6,1 – 7,2, от слабокислой до нейтральной. При минерализации около 136 мг/л. Такие

элементы, как кальций, железо и магний, преобладают в составе катионов. Среди анионов чаще встречаются HCO_3^- и SO_4^{2-} . Содержание других ионов незначительно.

Химический анализ вод мезотрофных и эвтрофных болот показал, что воды мезотрофных болот имеют более кислую реакцию, чем воды эвтрофных болот. Их pH составляет 4,4 – 5,7, а минерализация – 31 мг/л. В составе катионов больше всего кальция, Fe^{2+} и Fe^{3+} . В этом и есть отличие катионного состава вод мезотрофных и эвтрофных болот. Повышенная концентрация железа в болотной воде, как правило, связывается с поступлением его в ионной форме из суходола с грунтовыми водами. Грунтовые воды, поступающие в болото, содержат меньше железа, чем болотные воды. Высокая концентрация железа в торфах и болотных водах происходит вследствие восстановления железа при разрушении минеральных грунтов с содержанием железорудных минералов слагающие дно болота. Лукашев писал: [Большая часть железа высвобождается из оглеенных подстилающих минеральных пород, происходит это при воздействии на них органических кислот].

Важным условием высокого содержания кальция, железа и магния в болотных водах является время взаимодействия вод с торфами. Это и определяет процессы заболоченности и торфообразования в условиях низкой теплообеспеченности, избыточного увлажнения и слабой дренируемости.

2. Природные условия формирования и функционирования Тимирязевского болота и его гидрохимического режима

2.1. Административно территориальное положение

Объект исследования находится в Томской области, недалеко от города Томска (рисунок 2.1.1).



Рисунок 2.1.1. Схема расположения Тимирязевского болота

Томская область входит в состав Сибирского федерального округа и является субъектом Российской Федерации. Она образована 13 августа 1944 года Указом Президиума Верховного Совета СССР [1]. Административный центр — город Томск. На западе граничит с Омской и Тюменской областями, на западе и севере — с Ханты-Мансийским автономным округом — Югрой, с Красноярским краем — на востоке, с Кемеровской и Новосибирской областями — на юге. Население — 1078,3 тыс. человек. Административный центр — город Томск — основан в 1604 году. Численность постоянного населения — 574 тыс. человек. Административно-территориальное деление: 4 городских округа, 16

муниципальных районов, включающих 3 городских и 112 сельских поселений, 571 сельский населенный пункт. Города: Томск, ЗАТО Северск, Стрежевой, Колпашево, Асино, Кедровый. По территории области протекают 572 реки [1].

2.2. Общая характеристика объекта исследования

Тимирязевское болото расположено на левом берегу реки Томи, на отложениях второй надпойменной террасы реки Томи, в двух километрах западнее поселка Тимирязево и в трех километрах на запад от города Томска, в северо-восточной части междуречья рек Оби и Томи (рисунок 2.2.1)

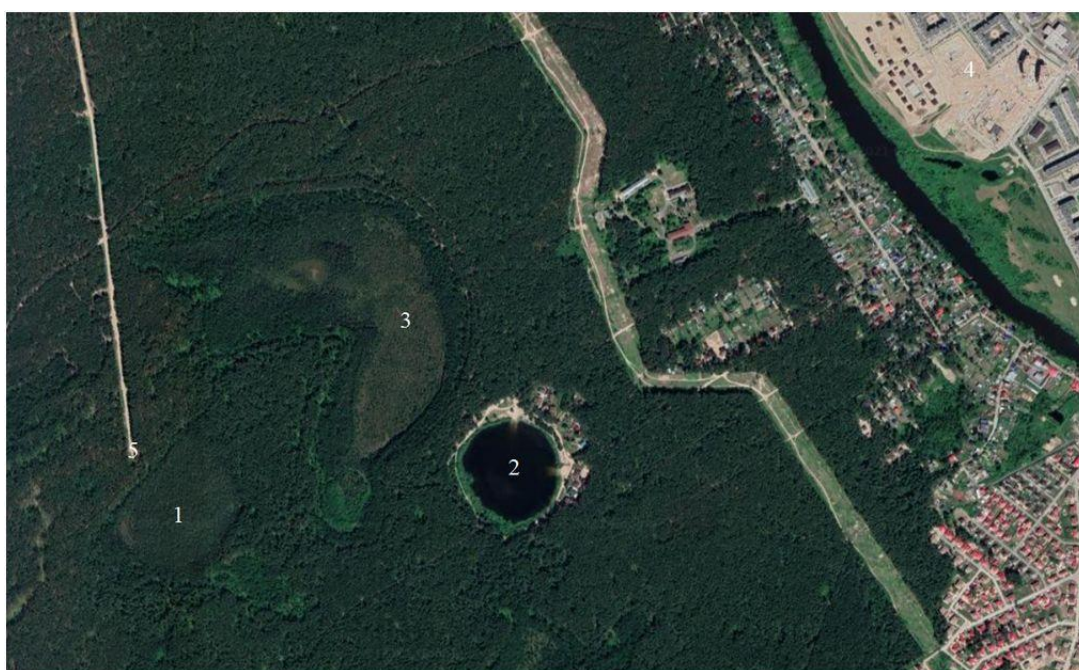


Рисунок 2.2.1. Схема расположения исследуемого болота: 1 – болото Тимирязевское; 2 – озеро Песчаное; 3 – болото Чагинское; 4 – микрорайон Северный парк; 5 – эксплуатационная скважина Томского водозабора.

Это бессточное, долинное, мезотрофное болото с глубиной торфяной залежи до 4,8 м. Поверхность болота имеет выпуклую форму. В основе верхней части болота лежат переходные торфы, в основе средней и нижней части – осоково-гипновые торфы [Пьявченко; Шмаков, 2016]. По составу фитоценоза Тимирязевское болото можно охарактеризовать как сосново-сфагново-кустарничковое.

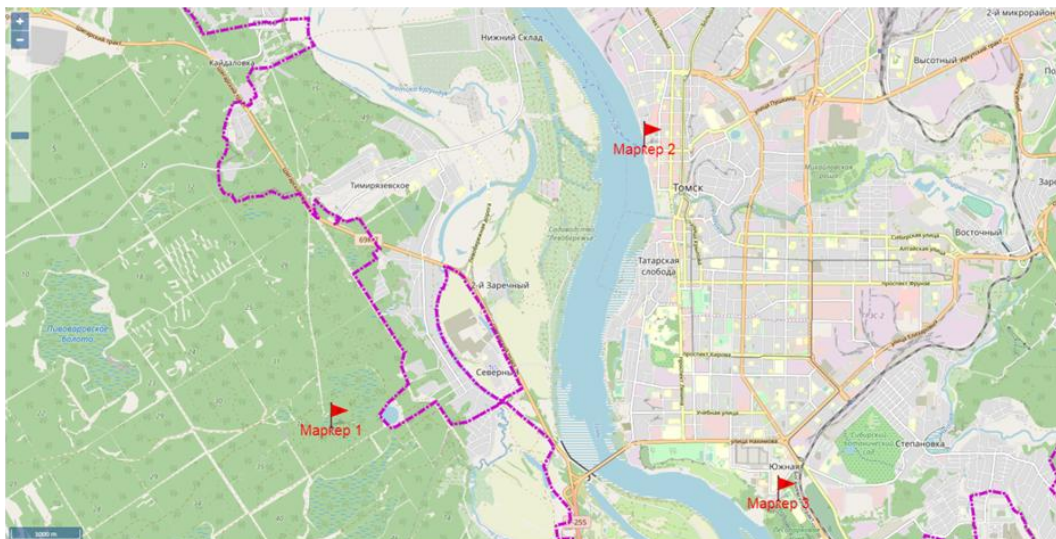


Рисунок 2.2.2. Муниципальная карта г. Томска

Маркером № 1 обозначено исследуемое болото. Маркером № 2 обозначен гидрологический пост у речного порта города Томска. Маркер № 3 – метеостанция города Томска. Фиолетовая линия – граница города Томска. От болота до пос. Тимирязево – 3,45 км по прямой и 4 км по дороге. До города Томска – 800 метров по прямой и 3 км по дороге. До метеостанции города Томска – 6,5 км.

2.3 Климатические условия

Климатические условия взяты из материалов Томской гидрометеорологической станции.

Климат в районе исследования резко-континентальный, с холодной продолжительной зимой, жарким и коротким летом. Атмосферное увлажнение избыточное, многолетняя мерзлота отсутствует.

Годовое количество атмосферных осадков – 591 мм, из них 406 мм за теплый период. На начало зимы приходится главный максимум числа дней с осадками, а вторичный связан с летним максимумом осадков. Интенсивность ливня (по ГМС Томск) может достигать 2–3 мм/мин, а суточный слой осадков может достигать 76 мм (02.06.1893 г.). Суточный максимум осадков 1%-ной обеспеченности составляет 87 мм.

Таблица 2.3.1. Основные климатические параметры холодного периода года по СП 131.13330.2018

Республика, край, область , пункт, административный округ	Температура воздуха наиболее холодных суток, °С обеспеченностью		Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С обеспеченностью		Температура воздуха °С обеспеченностью 0,94	Абсолютная мин-ая темп. воздуха °С
	0,98	0,92	0,98	0,92		
Томск	-44	-43	-41	-39	-22	-55
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца °С	Продолжительность, сут, и средняя температура воздуха °С, периода со средней суточной температурой воздуха					
	? 0°С		? 8°С		? 10°С	
	Продолжит.	Ср. темп.	Продолжит.	Ср. темп.	Продолжит.	Ср. темп.
8,2	176	-11,8	233	-7,9	249	-6,8
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца %	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15ч наиболее холодного месяца %		Количество осадков за ноябрь-март, мм		Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль	
79	78		171		Ю	
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь м/с	Средняя скорость ветра м/с за период со средней суточной температурой воздуха ? 8°С					
2,4	2,2					

Таблица 2.3.2. Основные климатические параметры теплого периода года по СП 131.13330.2018

Республика, край, область, пункт, административный округ	Барометрическое давление гПа		Температура воздуха °С обеспеченностью 0,95	Температура воздуха °С обеспеченностью 0,98	
Томск	1001		23	26	
Средняя максимальная температуры воздуха наиболее теплого месяца °С	Абсолютная макс-ая темп. воздуха °С	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца °С	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца %	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15ч наиболее теплого месяца %	
24,3	35	11,3	74	61	
Количество осадков за апрель-октябрь, мм	Суточный максимум осадков, мм		Преобладающее направление ветра	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с	
377	81		Ю	0	

Таблица 2.3.3. Повторяемость направления ветра, %

Румб	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
%	9	10	7	6	40	17	5	6	9

Таблица 2.3.4. Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С по СП 131.13330.2018

Республика, край, область, пунки, административный округ Томск	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
	-17,9	-15,7	-7,7	1,2	9,7	15,9	18,7	15,3	9	1,3	-8,5	-15,4	0,5

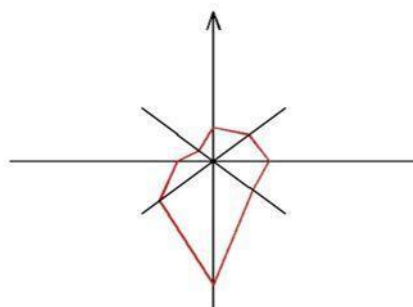


Рисунок 2.3.1. Роза ветров района исследования

По климатическому районированию, согласно [78], участок относится к климатическому району 1, климатическому подрайону 1В, характеризующемуся среднемесячными температурами в январе от минус 14 до минус 28 °С, средней скоростью ветра до 5 м/с, среднемесячной температурой в июле от плюс 12 до плюс 21 °С, среднемесячной относительной влажностью воздуха в июле >75 %.

В период весеннего снеготаяния, а также после обильных дождей в летне-осенний период пониженные участки рельефа могут подвергаться затоплению водой.

2.4 Характеристика геологических и геоморфологических условий

2.4.1 Геологическое строение

Город Томск расположен на территории двух тектонических плит: Западно-Сибирской плиты и Колывань-Томской складчатой зоны, в полосе, где Колывань-Томская плита погружается под Западно-Сибирскую (рисунок 2.4.1.1). Река Томь, протекающая с юга на север, в меридианальном направлении, на протяжении нескольких километров делит окрестности города Томска на две части [2].



Рисунок 2.4.1.1 – Геологическая карта Колывань-Томской складчатой зоны и прилегающих территорий

2.4.2 Геоморфология

Тимирязевское болото, находится на северо-восточной границе Обь-Томского междуречья. Территория, на которой находится данное болото, – это слабо расчленённая озерно-аллювиальная равнина среднечетвертичного возраста. Левая часть междуречья имеет крутые и высокие склоны, у правой части пологие склоны. Рельефной особенностью территории междуречья является наличие ложбин древнего стока, которые расположены с северо-востока на юго-запад.

Рельеф района представлен долинами и притоками реки Томи. Главной водной артерией района является река Томь. Ширина русла реки Томи достигает 400 метров по водному зеркалу. В долине реки Томи выделяют 3 надпойменные террасы. I-я надпойменная терраса развита незначительно. II-я надпойменная терраса с высотой над руслом 20 – 25 м, хорошо выраженная в рельефе левобережной части реки Томи (рисунок 2.4.2.1).

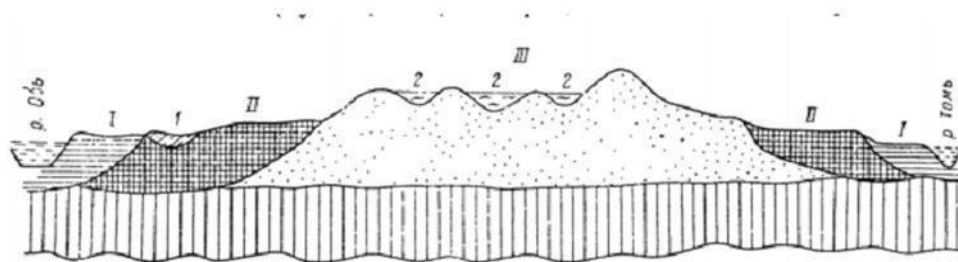
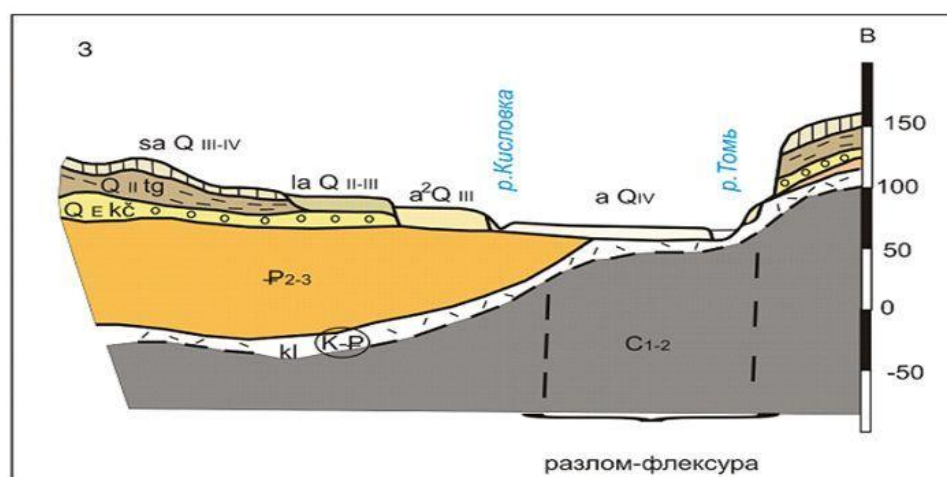


Рисунок 2.4.2.1 – Схема геоморфологического строения северной части междуречья Обь–Томь [Платонов, 1963]: I – пойма; II – надпойменная терраса; III – водораздел. 1– низинные болота; 2– верховые болота.

Основной причиной возникновения болота в данной местности стало накопление в котловинах и бессточных понижениях разлившихся вод во время половодий и паводков, а также избыточного увлажнения создаваемое за счет близко расположенных к дневной поверхности грунтовых вод.

Район исследования приурочен к погружению Колывань-Томской складчатой зоны под отложения Западно-Сибирской плиты (рисунок 2.4.2.2).



Масштаб горизонтальный 1:200 000
вертикальный 1:5 000

aQiv	Голоцен. Пойменные отложения р.Томь
saQIII-IV	Верхний неоплейстоцен-голоцен. Субаэральные покровные суглинки
a²QIII	Верхний неоплейстоцен. Отложения II -ой н/п террасы р.Томь
IaQII-III	Средний-верхний неоплейстоцен. Отложения каналов стока
QII tg	Средний неоплейстоцен. Глины тайгинской свиты
QE kč	Эоплейстоцен. Галечники кочковской свиты
P2-3	Палеогеновые отложения нерасчлененные (юрковская, новомихайловская и лагернотомская свиты)
kl (K-P)	Каолиновая кора выветривания мел-палеогенового возраста
C1-2	Каменноугольные отложения (лагерносадская и басандайская свиты)

Рисунок 2.4.2.2 – Фрагмент геологического разреза южнее г.Томска (приложение к геологической карте листа 0-45-XXXI, 1975 г. с дополнениями С.С. Гудымовича)

2.5 Гидрогеологические условия

Исследуемое болото расположено на северо-восточной окраине Обь-Томского междуречья и представляет собой часть Западно-Сибирского артезианского бассейна.

На данной территории в теле мезозойско-кайнозойских отложений выделяются два водоносных горизонта, которые разделены мощным водоупором [32].

- Первый горизонт представлен толщей палеоген-четвертичных отложений. Водовмещающими грунтами служат супеси и пески. Инфильтрация атмосферных осадков обеспечивает основное питание вод верхнего яруса. Подземные воды – пресные, гидрокарбонатные кальциево-магниевого с повышенной концентрацией органических веществ (до 33 мг/л), железа и марганца [33]. Палеогеновый водоносный комплекс является самым водообильным. Поэтому он и эксплуатируется Томским подземным водозабором.

- Второй горизонт является напорным и сложен породами палеозойских отложений, имеющий повсеместное распространение.

В долинах рек между водотоками и подземными горизонтами возможен водообмен. Зоны разгрузки подземных горизонтов приурочены к элементам речных террас и русловой сети.

Подземные воды этого комплекса – напорные и высоконапорные. Водоносный комплекс верхнемеловых отложений отличается наличием высоконапорных подземных вод с минерализацией в пределах 0,3 – 1 г/дм³ и более [Шварцев, 1998; Ермашова, 1998; Колоколова, 2003].

Томский подземный водозабор, находится на территории Обь-Томского междуречья, эксплуатирует палеогеновый водоносный комплекс. Водозабор работает с 1972 г. и является одним из крупнейших в Российской Федерации. Его водоотбор составляет 260 тыс. м³/сут., в соответствии с проектом, который выполнен Институтом ООО «Сибгипрокоммунводоканал».

Многолетняя эксплуатация Томского подземного водозабора привела к образованию депрессионной воронки в водоносном комплексе.

2.6 Гидрологические условия

На территории города Томска сформирована густая речная сеть. Главной водной артерией является правый приток реки Оби – река Томь. Водный режим реки имеет ярко выраженную широтную зональность [69]. Исток реки находится на юго-западном склоне Кузнецкого Алатау, наиболее крупными её притоками являются реки Ушайка, Басандайка и Киргизка [75]. Режим реки зависит в большей степени от обилия выпадающих атмосферных осадков. Основной источник питания рек – осадки. Зимние осадки составляют 55 – 82 % годового стока, в их числе 10 – 40 % подземных вод, 3 – 11 % дождевого стока [6]. Реки исследуемой территории по классификации Б. Д. Зайкова относятся к Западно-сибирскому типу [69]. Тип руслового процесса, преобладающий в бассейнах рек, – свободное меандрирование, однако часто встречается меандрирование незавершенное, пойменная и русловая многорукавность, прочие типы русловых процессов встречаются реже [6].

Площадь водосбора р. Томь – 62000 км², длина – 827 км. В районе города Томска норма водного стока реки Томи составляет 1031 м³/с, причем наибольшая его часть (69 %) приходится на период весеннего половодья (апрель – июнь). Среднемноголетний расход воды реки Томи – 1080 м³/с [66], среднемноголетний уровень воды – 69,49 м (Томь – Томск, пристань), максимальный расход воды составляет 13600 м³/с (14.05.1937 г.), минимальный расход открытого русла – 117 м³/с (14.08.1974 г.), ледостава – 52,6 м³/с (22.11.1934 г.). По среднемесячным расходам воды наибольший расход наблюдается в мае (4406 м³/с), наименьший расход воды – в марте (155 м³/с) [150]. На рисунке 5.1.1 приведены характерные гидрографы стока реки Томи за различные по водности периоды [70].

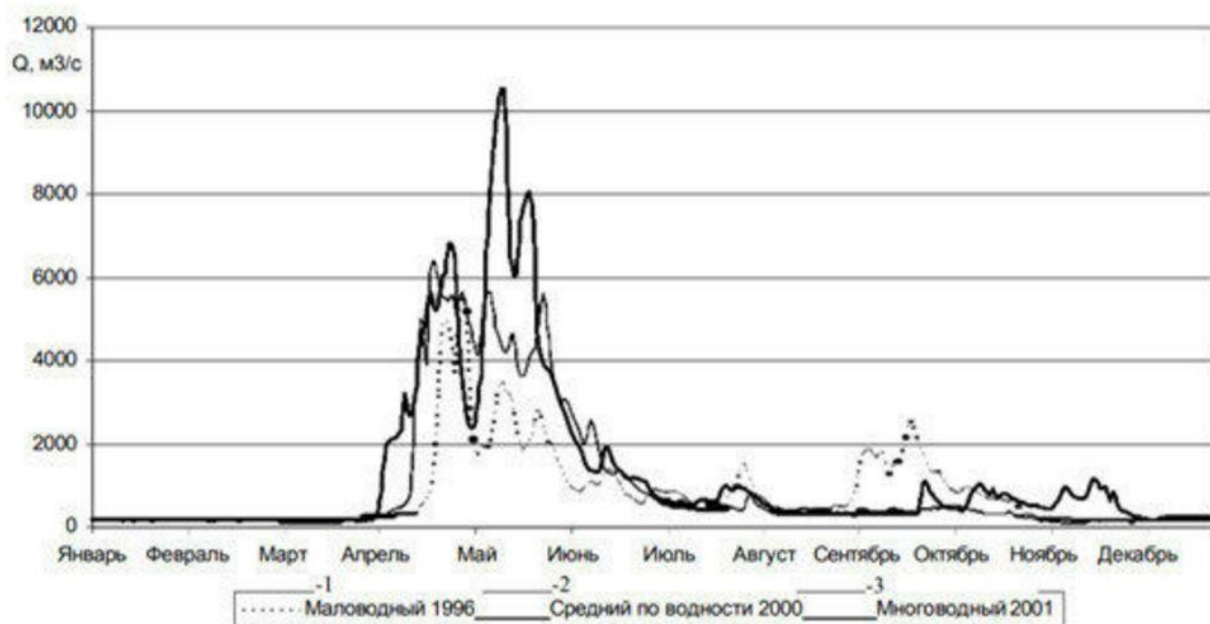


Рисунок 5.1.1. Характерные гидрографы стока р. Томь у города Томск: 1 – маловодный, 1996 г.; 2 – средний по водности, 2000 г.; 3 – многоводный, 2001 г. [70]

На равнинной территории вдоль реки по обоим берегам прослеживаются хорошо выраженные надпойменные террасы. Русло здесь имеет много перекатов, ширина которых достигает 500 м [34]. Воды пресные мало-среднеминерализованные, гидрокарбонатные кальциевые, преимущественно нейтральные или слабощелочные [71].

Максимальные расходы воды в реке Томь наблюдаются в конце апреля – середине мая, в среднем с 5 мая по 15 мая. Средний максимальный расход воды за период 1918 – 2010 гг. составляет $8340 \text{ м}^3/\text{с}$ [66]. Руслоформирующий расход на реке Томи, по данным до 1972 г., равен $4400 \text{ м}^3/\text{с}$, по уточненным расчетам до 2000 г. [75] составляет $4960 \text{ м}^3/\text{с}$. Половодье на реке Томи сменяется периодом пониженного стока, когда питание рек осуществляется в основном за счет подземных вод.

Наблюдаются летне-осенняя и зимняя межени. В летне-осеннюю играет существенную роль дождевой сток. Она наступает в конце июля, по притокам Томи – к концу июля, продолжительность – 54 – 56 дней. Зимняя межень начинается с 10 ноября и продолжается в среднем 155 дней. Среднемноголетний минимальный среднемесячный зимний сток в городе Томске – $87 \text{ м}^3/\text{с}$ [4].

Продолжительность ледостава в среднем составляет 160 – 170 суток, устанавливается в среднем в конце октября либо в начале ноября. Средняя толщина льда в марте реки Томи у города Томска – 76 – 83 сантиметра. Вскрытие реки ото льда и ее очищение ото льда происходят в среднем в конце апреля – начале мая. Стоит отметить, что для реки Томи в нижнем течении характерны ледовые заторы. Уровень воды во время заторов может подниматься до 10 м, продолжительность стояния затора от нескольких часов до 10 суток [66].

Режим взвешенных наносов реки Томи определяется многолетними колебаниями водного стока, его внутригодовым распределением и пространственно-временными изменениями интенсивности развития эрозионных процессов на водосборе и в долине реки.

Среднемноголетнее значение мутности Томи в створе города Томска составляет 100 г/м^3 , расход взвешенных наносов – около 110 кг/с , объем стока наносов – 3600 тыс. т/год [104], модуль стока наносов – 61 т/км^2 в год [140]. В целом сток наносов невелик [66]. Так, по данным Ю. И. Каменскова [68] он составляет 350 тыс. т, по данным Р. С. Чалова [191] – 430 тыс. т только влекомых наносов, а сток взвешенных наносов (среднемноголетний) равен 3,39 млн. т. Согласно О. Г. Савичеву [152], суммарный твердый сток (взвешенных и влекомых наносов) реки Томи в гидростворе города Томска в среднем за 1986 – 2005 гг. составляет $47,89 \pm 1,76 \text{ кг/с}$. В том числе сток влекомых наносов – $16,57 \text{ кг/с}$. Средняя многолетняя мутность рек колеблется в пределах $10 - 50 \text{ г/м}^3$, на юго-востоке достигает 100 г/м^3 , наибольшая мутность наблюдается во время половодья [59].

Притоки реки Томи имеют два направления: западное и северо-западное. В основном течение реки проходит по уже хорошо разработанным долинам. Однако долины рек в верховьях слабо выражены, а в руслах рек имеются небольшие перекаты и пороги. Расходы рек в межень – в пределах $1,2 - 1,8 \text{ м}^3/\text{с}$, при скорости течения $0,1 - 0,6 \text{ м}^3/\text{с}$, ширина русла – до 20 – 30 м, глубина не превышает 2 м [125].

2.7 Почвенно-растительный покров

2.7.1 Почвы

Разнообразный почвенный покров местности определяется различными природными условиями [3]. По основным морфологическим и химическим свойствам в Томской области выделяют следующие виды почвы: автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные. Автоморфные почвы приурочены к повышенным элементам рельефа, они составляют около 46 % территории области. Делятся автоморфные почвы на три типа: подзолистые, серые лесные и черноземы.

На территории исследования, развиты пойменные почвы (рисунок 2.7.1.1).

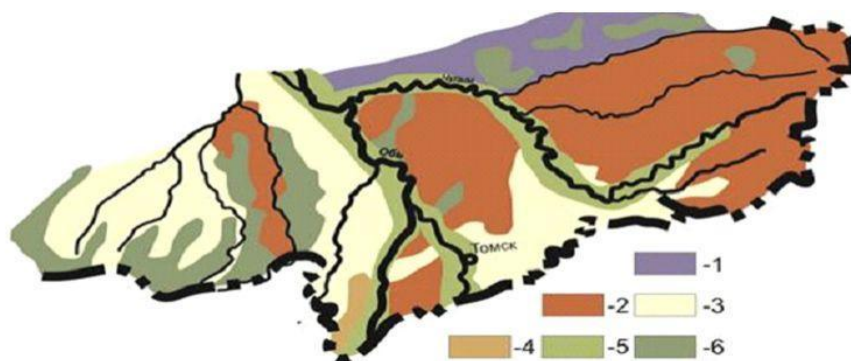


Рисунок 2.7.1.1 - Почвы юга Томской области [4]: 1 – подзолистые; 2 – дерново-подзолистые; 3 – серые лесные; 4 – черноземы; 5 – пойменные; 6 – болотные

2.7.2 Растительный покров

В растительном покрове Томской области преобладают болотно-таёжные комплексы. Широтная зональность представлена подзонами – среднетаёжной, южно-таёжной и мелколиственных лесов, на крайнем юге встречаются лесостепи [5].

Болотная растительность в Томской области разнообразна, но одним из основных растений болот являются мхи (сфагновые, зеленые, печеночные).

В районе исследования растительность представлена сосновым лесом со сфагновым болотом. Распределение растительного покрова по области показано на рисунке 2.7.2.1 [6].

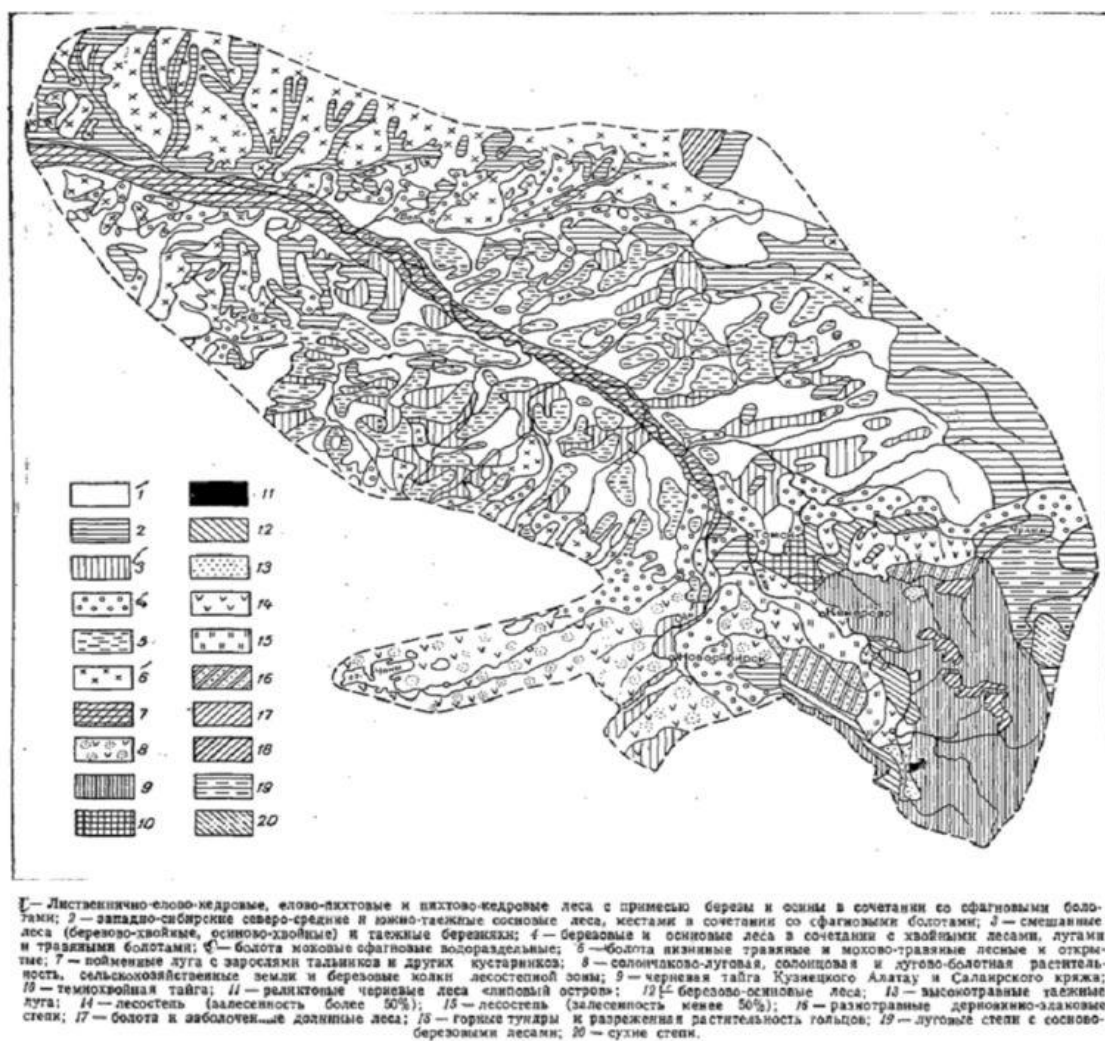


Рисунок 2.7.2.1 – растительный покров томской области

3. Хозяйственная деятельность в районе Тимирязевского болота

К основным экологическим проблемам территории города Томска можно отнести загрязнение воздуха выбросами от промышленных предприятий и автомобильного транспорта, тяжелое экологическое состояние городских водотоков, отсутствие благоустроенности прибрежных территорий, сброс в городские водотоки неочищенных стоков, эксплуатацию Томского водозабора и различное строительство[74]. Загрязнение воздушной среды обусловлено функционированием промышленных предприятий, жилищно-коммунальных комплексов и автотранспорта. Наблюдения за качеством атмосферного воздуха в городе Томске проводятся на семи стационарных постах Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды комплексной лабораторией по мониторингу загрязнения окружающей среды Томского ЦГМС – филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС». По данным наблюдений мониторинга Томского ЦГМС, отмечался повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе. За период с 2013 по 2017 г. отмечена тенденция повышения уровня загрязнения атмосферы города диоксидом-оксидом азота, метиловым спиртом, аммиаком, формальдегидом. Основной вклад в загрязнение города вносят следующие вещества: бенз(а)пирен, формальдегид, хлорид водорода, взвешенные вещества, диоксид азота [75].

Наблюдения за состоянием поверхностных вод на территории Томской области в 2019 г. осуществлялось Томским Центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиалом ФГБУ «Западно-Сибирское Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (в 23 створах) и ОГБУ «Облкомприрода» (в 23 створах). Значение коэффициента комплексности загрязненности воды в наблюдаемых в течение года водных объектах свидетельствует о загрязненности воды по следующим ингредиентам и показателям качества: нефтепродукты, железо, ХПК, фенолы и азотистые соединения. По естественным и антропогенным загрязнениям поверхностные водоемы в городе Томске можно отнести к 3 (р. Томь) – 4 (р. Ушайка) классам

качества [75]. В 2019 г. в поверхностные водные объекты было сброшено примерно 292,95 млн. м³ сточных вод, это на 6,89 млн. м³ больше, чем в 2018 г. преобладают нормативно-чистые и нормативно-очищенные воды [75].

Прямое и косвенное влияние на исследуемого болота оказывает антропогенная нагрузка. Антропогенная нагрузка представлена в виде населенных пунктов и подземного водозабора.

Вблизи исследуемого болота находится один из крупных населенных пунктов поселок Тимирязево, а также ведется строительство одного из районов г. Томска «Северный парк». Наличие населенных пунктов и автотранспорта приводит к атмогенным химическим загрязнениям болот[26].

Подземный водозабор и наличие депрессионной воронки оказывает влияние на колебания уровня болотных вод, что в свою очередь влияет на положение границы доступа кислорода и изменения границ геохимических барьеров [37].

4. Методика исследования

Методика исследования включала в себя:

- 1) сбор и анализ публикаций по геохимии и гидрологии болот Западной Сибири;
- 2) проведение полевых работ для уточнения и дополнения данных о химическом составе торфов и болотных вод. Работы проводились при наличии снежного покрова 25.11.2019 года и заключались в отборе проб торфа [по ГОСТ 17644-83] в трех скважинах с интервалом 0,25 м. Скважина № 1 – 56,4572° с. ш., 84,8667° в. д., глубина торфа – 4,25 м. Скважина № 2 – 56,4577° с. ш., 84,8662° в. д., глубина торфа – 3,25 м. Скважина № 3 – 56,4581° с. ш., 84,8660° в. д., глубина торфа – 3,40 м. Также в деятельном горизонте торфа в трех этих скважинах отобраны образцы болотной воды.

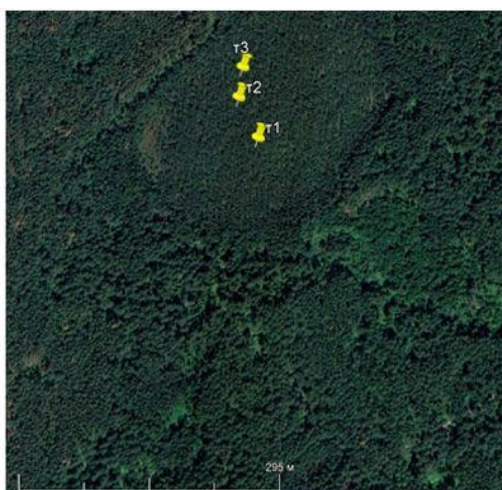


Рисунок 4.1 – Схема размещения пунктов наблюдений за химическим составом вод и торфов Тимирязевского болота у г. Томска.

Определение химического состава кислотных вытяжек из торфов и болотных вод выполнялся в гидрогеохимической лаборатории ТПУ.

Химический состав проанализирован с использованием масс-спектрометрического метода с индуктивно связанной плазмой (масс-спектрометр NexION 300D, рисунок 4.2);



Рисунок 4.2 – масс-спектрометр NexION 300D

В водных вытяжках определены значения удельной электропроводности χ и водородного показателя pH. В болотных водах были определены значения pH, χ , перманганатная окисляемость (ПО) и концентрации NO_2^- , NO_3^- и NH_4^+ . Определение минерального состава торфяных включений выполнено в ТПУ методом электронной микроскопии. Все методики испытаний приведена в [Savichev et al., 2020];

3) статистический анализ полученных данных, который включает в себя расчет средних значений, коэффициентов корреляции, дисперсии, проверку на экстремумы и поиск регрессионных зависимостей между геохимическими и микробиологическими показателями с учетом требований [48]. Корреляционные связи принимались статистически значимыми (с уровнем значимости 5 %) при

соблюдении условия $|r| \geq \frac{2 \cdot (1-r^2)}{\sqrt{N-2}}$ и $|r| \geq 0.70$, а регрессионные – при условии

$R^2 > 0.36$ и $|k_r| \geq \delta_k$, где r – коэффициент корреляции; k_r – коэффициент регрессии; δ_k – погрешность определения коэффициента регрессии; N – объем выборки; R^2 – квадрат корреляционного отношения. Все расчеты выполнены в пакете MS Excel.

5. Химический состав болотных вод и его пространственно временные изменения

Все процессы, происходящие внутри болота можно установить с помощью химического состава болотных вод. Особенности состава торфа и гидродинамический режим болота оказывают влияние на физико-химический состав болотных вод.

В торфяной массе выделяются два гидрогеохимических процесса: окислительный процесс в зоне аэрации и восстановительный – в инертном горизонте. Одним из основных показателей качества вод является pH. Изменение pH имеет сложный характер, на него влияют состояние карбонатного равновесия, процессы фотосинтеза, интенсивность распада органических веществ и количество гумусовых веществ. Минимальное значение pH приурочено преимущественно к поверхности деятельного горизонта. Это происходит потому, что у поверхности на химический состав болотных вод сильно влияют талые воды и атмосферные осадки. При продвижении вглубь их влияние снижается по причине того, что увеличивается время взаимодействия воды с органическими соединениями и ухудшаются фильтрационные свойства (рисунок 5.1).

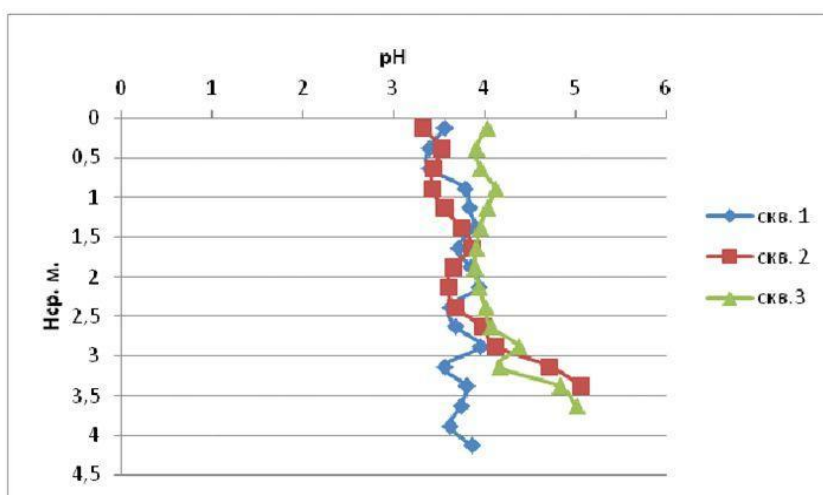


Рисунок 5.1 –изменение значений pH в водах Тимирязевского болота по глубине в трёх скважинах

Полученные в результате анализа данные показали, что вода исследуемого болота в основном кислая и слабокислая, минерализация малая и средняя, в ней содержится большое количество органических веществ. По химическому составу Тимирязевские болотные воды в основном сульфатные кальциевые. По глубине торфяной залежи минимальные значения главных ионов и pH отмечаются на глубине деятельного горизонта. Максимальные значения наблюдаются в период снеготаяния. В это время с атмосферными осадками и поверхностным стоком растворенные талыми водами примеси с прилегающих территорий поступают в болото. Также усиление биогеохимических процессов зафиксированы в летний период [Савичев, Шмаков, 2012].

В период исследования (25.11.2019) болотные воды по химическому составу характеризуются как кислые и слабокислые, с высоким содержанием органических веществ. Водные вытяжки, взятые из слоя торфа 0,00 – 0,25 м, имеют схожие с болотными водами характеристики pH и удельной электропроводности, а вытяжки кислотные отличаются значительно более высокими концентрациями всех изученных химических элементов (таблица 5.1).

Таблица 5.1. Химический состав болотных вод и вытяжек из торфов в интервале глубин 0,00 – 0,25 м в скважинах I, II, III

Показатель	Скважина					
	I		II		III	
	Вода	Вытяжка из торфа	Вода	Вытяжка из торфа	Вода	Вытяжка из торфа
pH, ед.	3,91	3,56*	3,93	3,31*	3,88	4,03*
χ , мкС/см	114	192*	105	172*	102	84*
ПО, мгО/дм ³ /	808,00	–	392,00	–	380,00	–
	мг/дм ³ /	мг/кг	мг/дм ³	мг/кг	мг/дм ³	мг/кг
Ca	3,44	2182,52	2,93	1296,20	2,70	1661,43
Mg	1,43	398,03	1,56	580,74	1,09	510,38
Na	0,80	53,02	1,02	64,84	0,75	38,93
K	0,92	259,64	0,58	425,90	0,56	101,81
S	2,50	838,79	2,42	1099,78	2,52	993,44
Cl	1,79	1079,18	0,97	1320,59	1,21	1612,43
NO ₃ ⁻	0,085	–	0,022	–	0,014	–
NO ₂ ⁻	0,011	–	0,009	–	0,000	–
NH ₄ ⁺	9,800	–	11,000	–	15,000	–
P	0,225	352,656	0,398	348,282	0,178	191,224
Si	7,874	112,073	9,494	135,511	6,577	143,347
Fe	1,116	2730,947	1,060	2667,745	0,854	1015,719
Al	1,376	2153,642	1,595	2551,082	0,939	1357,535
Li	3,23	144,57	3,41	149,50	2,94	263,30
Ti	29,38	37744,25	45,45	36151,64	23,39	20997,35
V	3,22	4174,86	3,21	4870,99	2,87	2505,82
Cr	3,10	4580,73	3,68	3465,59	2,55	2278,24
Mn	30,16	18406,64	8,92	9134,82	49,68	28041,31
Co	0,90	959,82	0,98	1683,29	0,65	638,29
Ni	2,57	2717,09	2,83	3499,07	2,25	1733,64
Cu	2,31	3563,57	2,03	5201,37	3,31	3221,65
Zn	37,82	16517,24	50,27	32120,18	32,33	13017,34
As	3,90	3475,23	3,25	3445,23	2,57	818,38
Y	0,92	1489,50	0,97	1777,82	0,88	636,15
Zr	1,67	2212,76	2,44	2593,10	1,71	1038,96
Cd	0,09	114,55	0,08	316,74	0,05	91,13
Ba	31,06	46406,19	33,81	43273,36	23,72	21126,01
La	0,83	2090,83	0,79	2974,52	0,52	783,78
Ce	1,48	4422,30	1,66	5805,43	1,02	1707,02

В скважине I зафиксирована максимальная удельная электропроводность болотных вод и водной вытяжки из торфа. Здесь же зафиксированы наименьшая влажность торфа и наиболее высокое значение перманганатной окисляемости воды (808 мгО/дм³).

Согласно [Лиштван и др., 1989] и с учетом приведенных выше фактов можно связать накопление водорастворимых солей с наилучшими на момент обследования (25.11.2019 г.) условиями разложения органических веществ в центре болота и накопления продуктов их трансформации. Вторым источником служит пылеватые выпадения при атмогенном загрязнение, вступающие во взаимодействие с кислыми водами, а также выпадение из раствора малорастворимых соединений, которые образуются из состава дождевых и снеготалых вод. Если рассматривать влияние притока веществ с суходолов, то оно в центре болота имеет наименьшее значение, а наибольшее – на окраине болота.

6. Изменения химического состава торфяных вытяжек и вещественного состава минеральных включений в торф по глубине торфяной залежи

Зольность торфов Тимирязевского болота на момент 25.11.2019 г. изменяется в диапазоне от 1,3 до 10,5 %, среднее значение – 2,2 %. По глубине она характеризуется следующим образом: максимальное значение зольности торфов (до 10,5 %) – в слое торфа 0,0 – 0,25 м; в средней части торфяной залежи происходит ее понижение и равномерное распределение; а на границе торфяной залежи и минеральных грунтов зольность органо-минеральных отложений (ОМО) закономерно резко увеличивается (рисунки 6.1; 6.2).

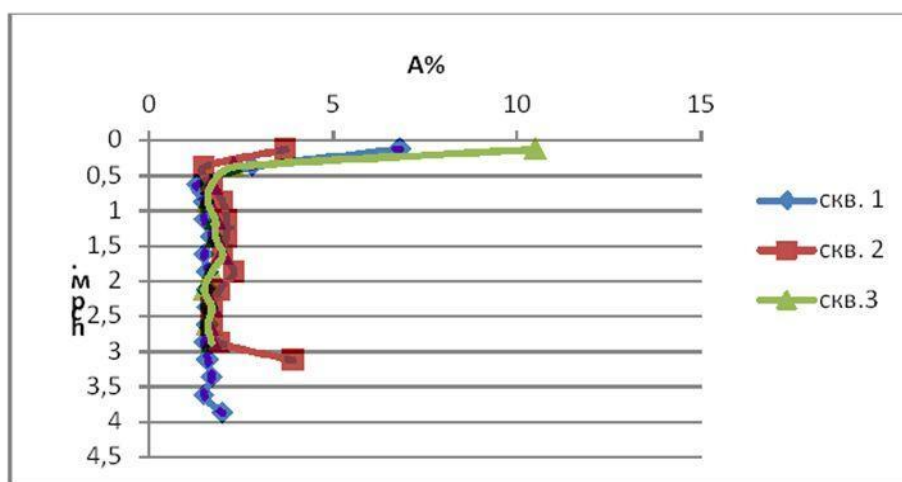


Рисунок 6.1 – Изменение зольности торфов A% в зависимости от глубины h_{cp} в скважинах I, II, III; индексы «s» и «os» соответствуют минеральному грунту (суглинок) и органо-минеральным отложениям

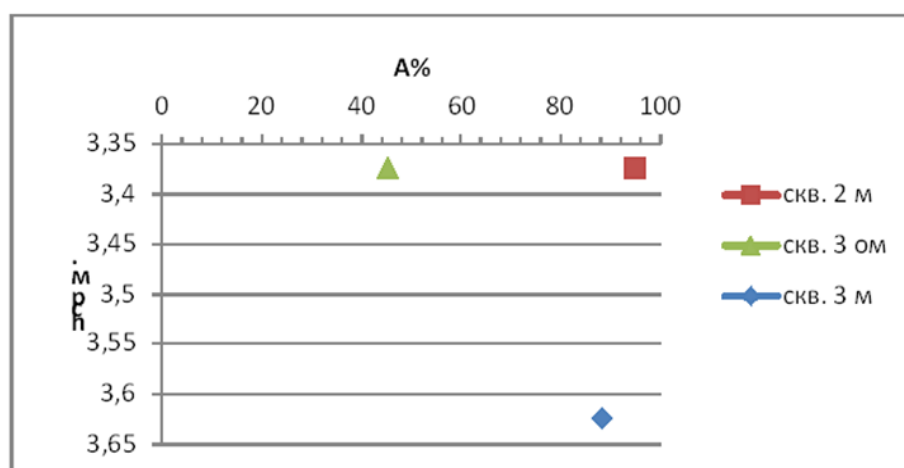


Рисунок 6.2 – Значения зольности торфов А% в минеральном «м» и органоминеральных «ом» грунтах в скважинах II и III

Диапазон колебания влаги в торфах w составляет 79,6 – 94,1 %, в органоминеральных отложениях – 70%, в минеральных грунтах – 24,9 – 46,0 %. Изменение влаги по всей глубине торфа обратно пропорционально зольности. Для торфов коэффициент корреляции с зольностью А% составляет минус $0,51 \pm 0,12$ (таблица 6.1).

Таблица 6.1. Физико-химические показатели торфов и химический состав кислотных вытяжек из проб грунта на Тимирязевском болоте

№	Глубина побоя, см	pH	χ , мС/см	Δ , %	Ca	Na	K	Cl	Si	P	Al	Fe	Ti	Zn	Cd	La	Ce	Pb
1	0,00-0,25	3,56	192	6,8	2182,5	53	259,6	1079,2	112,1	352,7	2153,6	2730,9	37,7	16,5	0,11	2,09	4,42	26,68
	0,25-0,50	3,39	131	2,8	1876,4	78,3	76,4	1125,8	130,6	150,3	852,3	478,2	13,9	13,9	0,08	0,56	1	1,99
	0,50-0,75	3,38	135	1,3	2052,7	102,2	80,2	1202,8	152,9	119,8	719,4	700	12,7	16,2	0,07	0,46	0,85	1,46
	0,75-1,00	3,78	142	1,5	2211,4	63,3	49,1	787,4	162,7	101,2	802,9	643	13,6	41,8	0,05	0,45	0,72	1,22
	1,00-1,25	3,83	115	1,5	2043,3	73,5	47	1038,6	179,3	90,9	803,7	596,1	13	68,8	0,06	0,4	0,67	1,24
	1,25-1,50	3,89	110	1,7	2175,7	74,7	48,3	1213,9	179,9	104,6	786,1	601	14,5	70,1	0,05	0,44	0,77	1,29
	1,50-1,75	3,7	84	1,5	2340,1	112	80,1	1043,5	190,3	84,2	824,9	667,9	14,3	87,2	0,05	0,41	0,75	1,19
	1,75-2,00	3,84	105	1,6	2337,3	73,2	57,5	1323,7	202,4	103	863,5	700,1	14,5	97,5	0,05	0,44	0,77	1,37
	2,00-2,25	3,94	87	1,6	2144,1	67,7	57,1	1051,6	150,9	77,2	722,3	537,7	12,5	96	0,05	0,34	0,54	0,96
	2,25-2,50	3,61	91	1,6	2111,1	105,3	68,8	1377,9	222,6	118	907	885,6	15,2	138,8	0,06	0,57	1,06	1,27
	2,50-2,75	3,68	125	1,6	1650,1	186,9	77,1	2031,4	150,7	106,3	727,7	689,6	13,1	193,9	0,05	0,46	0,9	1
	2,75-3,00	3,95	121	1,5	2218,3	83,9	58,6	1845,4	165	95,4	679,3	774,3	11,6	284,2	0,05	0,43	0,83	1,27
	3,00-3,25	3,55	111	1,6	1968,6	107,5	64,7	1451,4	186,5	120,8	896,4	920,8	14,3	390,6	0,06	0,46	0,97	2,28
	3,25-3,50	3,79	126	1,7	1889,3	103,6	66	1888,9	175,5	119,1	791,1	928,6	14,2	390,1	0,06	0,48	0,97	1,48
	3,50-3,75	3,74	128	1,5	2340,6	295,5	87,5	2951,3	189,2	118,9	737,2	926,4	13,4	463,9	0,06	0,43	0,91	1,19
	3,75-4,00	3,62	124	2	2669,8	152,1	83,1	2378,7	220,9	117	875,9	1008,5	15,5	787,1	0,05	0,55	1	1,9
2	4,00-4,25	3,85	93	—	3333	121,5	88,4	1890,3	229,3	166,8	995,1	1006,8	16,7	769,9	0,08	0,55	1,06	2,46
	0,00-0,25	3,31	172	3,7	1296,2	64,8	425,9	1320,6	135,5	348,3	2551,1	2667,7	36,2	32,1	0,32	2,97	5,81	16,39
	0,25-0,50	3,53	100	1,5	1492	58,4	59,9	2380,2	169,8	186,3	911	466,1	15,6	25,7	0,06	0,44	1,22	1,26
	0,50-0,75	3,44	129	1,7	1357	120,6	89,6	2071,1	167,5	132,9	943,9	599,5	14,7	8,4	0,07	0,47	1,19	1,39
	0,75-1,00	3,42	110	2	1497,7	98,6	90	2084,4	160,4	155,1	1032,6	630,9	16,4	14,9	0,05	0,52	1,3	1,92
	1,00-1,25	3,55	119	2,1	1186	100,2	79,3	1363,7	122,2	130,2	743,1	517,9	12,9	14,9	0,04	0,39	0,77	1,63
	1,25-1,50	3,74	120	2,1	1562,6	91,7	69,6	2250,7	156,6	177	994,5	645	18,6	16,1	0,05	0,5	1,06	1,4
	1,50-1,75	3,86	95	2	1482	89,9	73,1	1540,6	162,4	150,5	1020	654,2	19,7	27	0,04	0,49	1,06	1,27
	1,75-2,00	3,64	92	2,3	1667,5	99,3	84,1	1619	203,7	133,2	806,4	673,4	15,5	45,4	0,06	0,37	0,82	1
	2,00-2,25	3,6	111	1,9	1473,3	90,8	78,5	2141	163,7	135,6	817,1	608,6	15,8	52,5	0,05	0,39	0,78	1,05

	2,25–2,5 0	3,67	117	1,7	1618,6	96,2	80,5	3220,8	220,4	126,3	815,3	573	15,9	60,4	0,06	0,38	0,79	0,96
	2,50–2,7 5	3,98	78	1,7	1602,5	95,8	72,7	1733,6	189,4	157,4	870,4	588,4	18,3	69,8	0,05	0,45	1	0,84
	2,75–3,0 0	4,12	77	1,9	1695,3	101,7	97	1511,1	182,8	136,9	978,6	685,7	17,1	170,7	0,06	0,5	1,08	1,26
	3,00–3,2 5	4,71	48	3,9	1614,3	72,1	85,2	1919,7	128,4	230,6	1688,8	923,5	29,3	48,1	0,06	1,1	2,66	1,1
2**	3,25–3,5 0	5,06	38	94,9	362,8	14,1	83,7	519,8	32,9	136,8	1978,2	880,6	28,1	6,8	0,01	1,45	3,07	2,02
3	0,00–0,2 5	4,03	84	10,5	1661,4	38,9	101,8	1612,4	143,3	191,2	1357,5	1015,7	21	13	0,09	0,78	1,71	10,95
	0,25–0,5 0	3,91	94	2,3	1961,9	62,4	57,8	1233,2	112,3	144,4	704	491,2	12,1	16,7	0,05	0,45	0,96	1,46
	0,50–0,7 5	3,95	95	1,7	1967,7	76,4	92,9	770	81,1	140,4	742,1	501,6	12,7	15,2	0,05	0,42	0,79	1,94
	0,75–1,0 0	4,11	75	1,6	2186,8	94,7	107,9	856,8	120,3	160,3	903,3	557	13,2	26,7	0,04	0,46	0,91	1,35
	1,00–1,2 5	4,03	84	1,8	2457,3	148	168,3	1290,1	141,9	161,9	970,4	587,6	14,9	23,7	0,06	0,46	0,93	1,41
	1,25–1,5 0	3,95	110	1,8	2046,3	81,3	78,7	651,7	128,1	118	785,4	560	12,2	50,6	0,04	0,34	0,67	1,03
	1,50–1,7 5	3,91	88	2	2358,8	102,1	97,2	1166,6	174,1	146,3	854,3	680,2	16,4	41,1	0,06	0,52	1,04	1,72
	1,75–2,0 0	3,89	94	1,7	2551,8	110,5	114,1	915,1	140,7	142,1	892,6	687,2	14,7	110,5	0,05	0,46	0,9	1,63
	2,00–2,2 5	3,94	102	1,5	2159,3	83,5	77,8	955,5	173,3	155,7	862,6	691,3	16,1	151,5	0,06	0,45	0,78	1,59
	2,25–2,5 0	4,01	71	1,7	2422,9	88,5	82,8	875	135,5	124,5	826	655,6	13,6	158,3	0,05	0,41	0,82	1,22
	2,50–2,7 5	4,07	67	1,6	2352,3	82,6	86,4	978,3	134,8	123,2	777,4	676,3	14,1	111,4	0,04	0,38	0,74	0,83
	2,75–3,0 0	4,37	82	1,7	3740,4	90,9	103	869,8	145,6	155,3	722,1	1199,4	13,3	108	0,05	0,35	0,75	0,74
	3,00–3,2 5	4,16	34	–	3412,3	108,7	93,2	1250,2	164,4	127,5	835,1	817,7	13,7	281	0,05	0,43	0,82	0,9
3*	3,25–3,5 0	4,83	34	45,3	3860,3	57,5	86,2	1180,5	141,3	428,1	3112,3	3279,4	47,1	47,4	0,54	2,33	5,39	1,59
3**	3,50–3,75	5,01	33	88,3	1245,5	10,8	305,6	125	175,6	511,9	3936,1	2758,3	58,4	15,8	0,1	3,16	6,14	3,68

Примечание: * – органо-минеральные отложения; ** – минеральный грунт (суглинок); в прочих случаях – торф; χ – удельная электропроводность; A – зольность.

Распределение минеральных отложений на частицах органики в разрезе торфяной залежи Тимирязевского болота имеет неравномерный характер. В верхней части (0,00 – 2,75 м) из аутигенных минералов преобладают окислы и гидроокислы железа или алюминия в виде частиц размером от 1 до 10 мкм. В основном в торфяной залежи формируются окислы и гидроокислы Fe или Al. В некоторых слоях наблюдается локальное образование карбонатов, сульфидов и сульфатов. Это соответствует слоям в середине разреза, толщина и положение которых изменяются в зависимости от латеральной зоны относительно суходола.

Специфическая ассоциация минеральных включений кальцита и пирита отмечается в виде слоя на глубинах 1,75 – 2,25 м. В нижней части торфяной толщи, на глубинах от 3,00 до 3,75 м, формируется ассоциация кальцита и пирита. Эта часть – переходный слой к подстилающим отложениям. Ниже этот слой переходит в ОМО и суглинки минерального основания болота. Среди детритовых минералов в залежи преобладают кварц и полевые шпаты, помимо них, встречаются рутил, ильменит, апатит, магнетит и реже циркон.

Масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой в пробах торфа зафиксирована концентрация 70 химических элементов. В водных вытяжках из торфов проведено определение удельной электропроводности χ и pH.

С использованием сканирующей электронной микроскопии, рентгенодифракционного анализа и рамановской спектроскопии в составе торфа, органоминеральных отложений были установлены 24 минеральные фазы. Минералы разделяются на три группы по происхождению: детритовые, глинистые и аутигенные. Среди детритовых выявлены кварц, рутил, ильменит, магнетит, хромит, циркон, монацит, апатит, полевые шпаты пироксены. Среди глинистых минералов встречаются каолинит, иллит и смектит. Аутигенные минералы представлены: окислы и гидроокислы железа, карбонаты, магниевый кальцит и доломит, гипс, халькопирит, барит, висмутин, фосфат РЗЭ и фаза Cu-Zn.

Окислы и гидроокислы железа встречаются на всём интервале торфяной залежи. Они образуют зёрна (рисунок 6.3 а-б) полусферической формы, размер которых колеблется от 0,1 до 8,0 мкм. Большое количество микровключений Al и Si отмечается в базальных суглинках и ОМО. Гиббсит и другие гидроокислы алюминия, как и железистые гидрооксидные фазы, в торфяной толще располагаются и накапливаются в средних и нижних слоях. Для гиббсита характерны полусферические, реже слабо вытянутые зёрна, размер которых достигает до 4 мкм (рисунок 6.3с). В качестве примеси в них отмечается до 8% Si. Пирит (FeS_2) чаще всего встречается в содружестве с карбонатными микровключениями в средней и нижней части торфяной залежи (рисунок 6.3d). Микрористаллиты пирита имеют размер не больше 5 мкм. Карбонаты в торфяной залежи представлены кальцитом, доломитом и магниевым кальцитом. Кальцит превосходит доломит. Максимальная концентрация карбонатов (рисунок 6.3d, g–i) отмечается в среднем слое торфяной залежи и слое, который перекрывает базальные отложения. Доломит накапливается в торфяном слое 3,50 – 3,75 м в скважине, которая была сделана в центральной части болота. Кальцит концентрируется в структуре сфагновых тканей, характеризуется кристаллами ксеноморфной или субидиоморфной форм и относится к магниевой разновидности. Доломит встречается редко в виде ромбоэдрических кристаллов, размер которых достигает до 20 мкм (рисунок 6.3h).

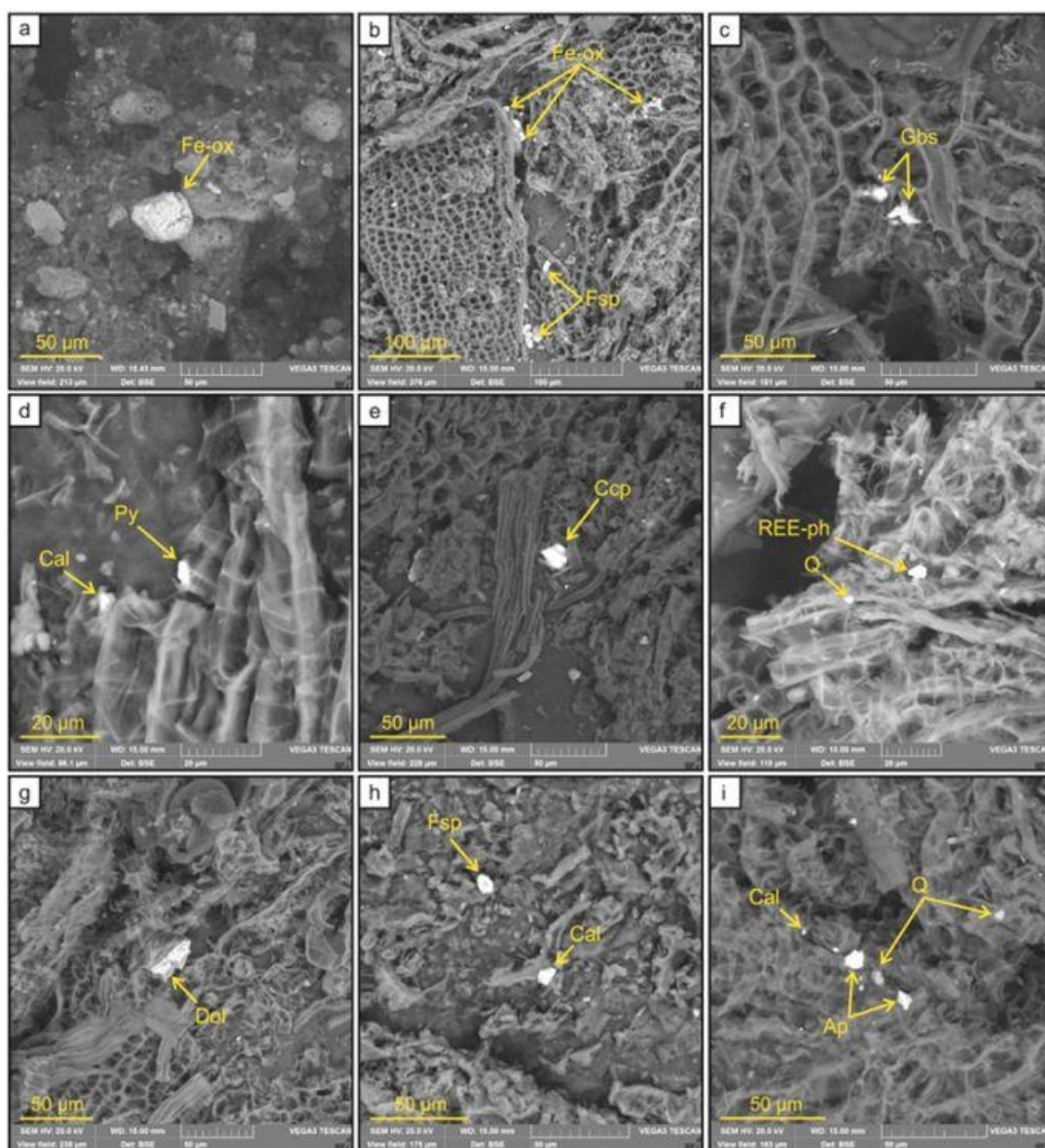


Рисунок 6.3 – Снимок минеральных включений в торф, ОМО и минерального грунта на Тимирязевском болоте: (a-b) окислы и гидроокислы железа (Fe-ox) в виде микросферул; (c) гиббсит (Gbs); (d) пирит (Py) и кальцит (Cal); (e) халькопирит (Ccp); (f) фосфат редкоземельных элементов (REE-ph) и детритовый кварц (Q); (g) доломит (Dol); (h) кальцит и терригенный полево шпат (Fsp); (i) кальцит с терригенными апатитом (Ap) и кварцем. Изображения в детекторе обратно рассеянных электронов

Как было указано ранее, существуют два источника накопления водорастворимых солей и других химических элементов в торфе.

1. Разложение органического вещества и накопление продуктов его трансформации.
2. Пылевые выпадения при атмогенном загрязнении, а также выпадения из раствора малорастворимых соединений, которые образуются из компонентов дождевых и снеготалых вод.

Можно предположить, что с увеличением глубины влияние этих двух факторов убывает, в связи с этим в основной части торфа зольность и содержание ряда химических элементов в кислотных вытяжках держится примерно на одном уровне, а на границе торфа и подстилающих минеральных грунтов снова возрастает (таблица 6.1). Среди химических элементов, распределение которых хорошо совпадает с глубинным распределением зольности торфов (статистически значимые коэффициенты корреляции более 0,70), имеют место Al (рисунок 6.4), Cr, Ti и ряд других.

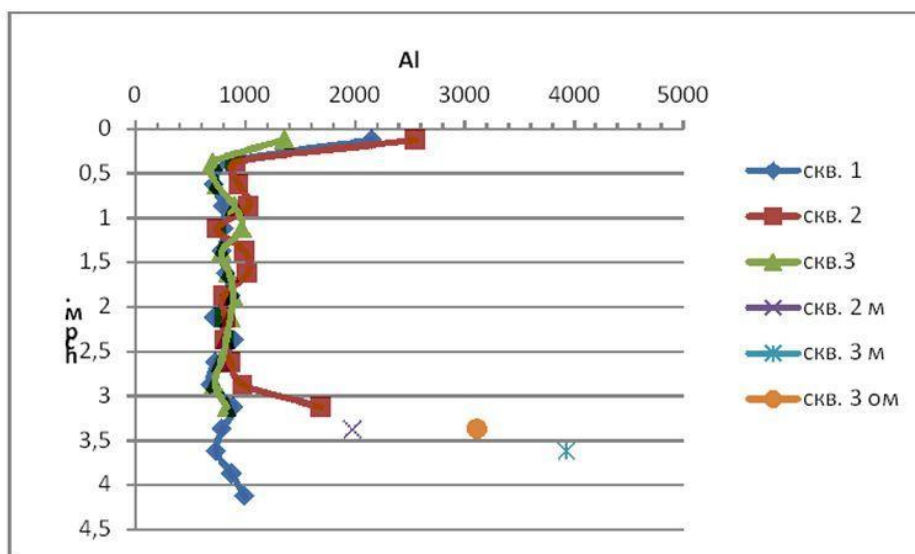


Рисунок 6.4 – Изменение значений концентраций Al в кислотных вытяжках из грунтов в зависимости от относительной глубины h_{cp} в скважинах I, II, III; индексы «м» и «ом» соответствуют минеральному грунту (суглинок) и органоминеральным отложениям.

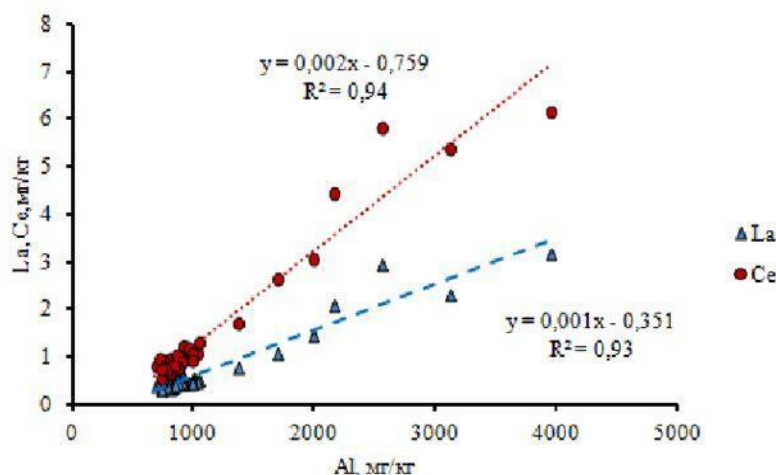


Рисунок 6.5 – Зависимость между содержаниями редкоземельных элементов (РЗЭ) и Al в кислотных вытяжках из торфов, органо-минеральных отложений и минеральных грунтов

На химический состав минеральных включений влияет также исходный состав веществ содержащийся в подстилающих грунтах. На это указывают статистически значимые коэффициенты корреляции более 0,70 между содержанием пироксенов и Na, V, Co, Ni, Mn, Cu, Cd, Ge, Br, Sr, Lu, Mo, Cd, Ba.

Во время исследования проводившимся на участке Васюганского болота был сделан вывод: большое количество химических элементов поступает в деятельный горизонт торфа при разрушении минералов группы смектита, которые присутствуют в атмосферной пыли. Содержание химических элементов по всей мощности торфа определяется биоаккумуляцией и возможностью образования с органическими веществами соединений с различной миграционной способностью и растворимостью. В свою очередь, эти процессы связаны с микрофлорой болота. Например, можно проследить связь между присутствием в минеральных включениях гидроокислов железа и активностью железобактерий. Также с увеличением pH болотных вод по мере усиления анаэробных условий наблюдается увеличение вероятности накопления в торфах малорастворимых соединений кальция. Из-за сорбционных процессов на гидроокислах железа и малорастворимых соединениях кальция наблюдается осаждение соединений ряда других химических элементов. Этот процесс в нижних слоях торфов усиливается [Савичев и др., 2018, 2019; Savichev et al., 2020].

Характер распределения физико-химических показателей и содержания химических элементов по глубине Тимирязевского болота свидетельствует в целом о применимости указанных выше выводов и в этом случае. Однако необходимо отметить, что по сравнению с изученным олиготрофным водораздельным участком Васюганского болота (рисунок 6.6) pH водных вытяжек из минерального грунта в долинном переходном Тимирязевском болоте имеет меньшие значения (таблица 6.1) [Савичев и др., 2019; Savichev et al., 2020].

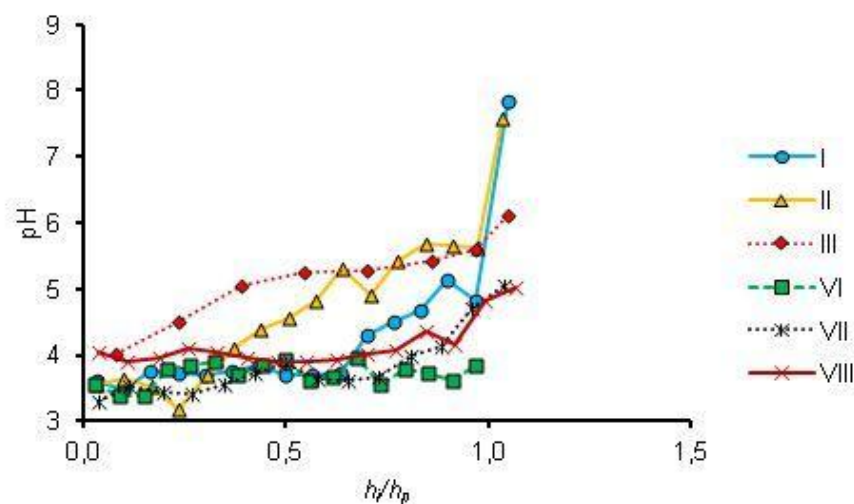


Рисунок 6.6 – Изменение значений рН водной вытяжки по глубине болота в торфах Васюганского (09.11.2018 г.; I – гряда ГМК; II – рямя; III – мезотрофная окраина) и Тимирязевского (25.11.2019 г.; VI – середина болота; VII – между точками VI и VIII; VIII – край болота) болот; h_i/h_p – относительная глубина; h_i – средняя глубина интервала опробования, м; h_p – мощность торфяной залежи, м.

Возможно, это связано с гидрологическими условиями 2019 года. Но более значимым фактором, скорее всего, являются более благоприятные гидрогеомиграционные условия, существующие в долине реки Томи из-за разного вещественного и гранулометрического состава подстилающих грунтов и, как следствие, их меньшей закольматированности, а также более заметного влияния притока твердого вещества с суходолов в виде взвеси. В итоге на небольшой площади Тимирязевского болота ($0,08 \text{ км}^2$) по мере удаления от границы болота происходит существенное разделение вещественного состава минеральных включений в торфе.

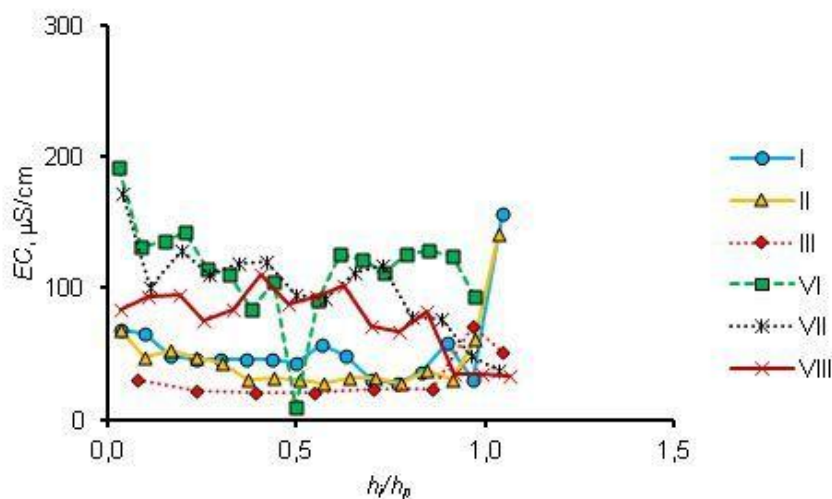


Рисунок 6.7. Изменение величины удельной электропроводности χ водной вытяжки по глубине торфяной залежи в торфах Васюганского (09.11.2018 г.; I – гряда ГМК; II – рямы; III – мезотрофная окраина) и Тимирязевского (25.11.2019 г.; VI – середина болота; VII – между точками VI и VIII; VIII – край болота) болот; h_i/h_p – относительная глубина; h_i – средняя глубина интервала опробования, м; h_p – мощность торфяной залежи, м.

На графике (рисунок 6.6) показано, как изменяется величина pH водной вытяжки относительно глубины торфяной залежи в торфах Васюганского и Тимирязевского болот. График наглядно показывает различия pH между олиготрофным Васюганским и мезотрофным Тимирязевским болотами, а также подтверждает вывод, сделанный ранее, об увеличении pH при усилении анаэробных условий.

На графике (рисунок 6.7) можно проследить изменение величины удельной электропроводности χ водной вытяжки по глубине торфяных залежей Васюганского и Тимирязевского болот. В целом на графике наблюдается общая тенденция на уменьшение с глубиной электропроводности χ водной вытяжки.

Сопоставив графики изменения величины pH и удельной электропроводности χ водной вытяжки по глубине залежи торфа (рисунки 6.6 и 6.7) можно предположить, что между значением pH и электропроводности χ водной вытяжки имеется обратно пропорциональную связь (рисунок 6.8). С увеличением pH электропроводность χ водной вытяжки уменьшается.

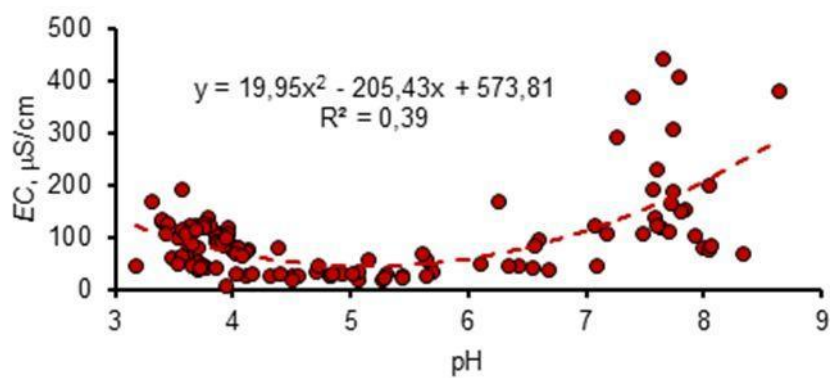


Рисунок 6.8. Зависимость между удельной электропроводностью χ и pH водных вытяжек из торфов Васюганского, Обского и Тимирязевского болот.

7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Важной характеристикой в процессе развития, эволюции и деградации болот является распределение в торфяной залежи по глубине, химических элементов. Изучение зависимости распределения в торфяной залежи по глубине химических элементов, определяет актуальность данного исследования, в том числе и по Западной Сибири – одному из самых заболоченных в мире регионов.

Цель работы – Выявить изменения химического состава торфов (кислотных вытяжек) по глубине торфяной залежи.

Результат – данные о пространственно-временном изменении состава торфов и болотных вод.

Область применения лежит в сфере научных исследований в области гидрологии, экологии гидрогеологии и геологии.

Целевая аудитория результата исследования представлена юридическими лицами занимающимися исследованиями в области развития болот и торфообразования в зонах с высокой антропогенной нагрузкой так же лица, ведущие свою деятельность в сфере строительства и проектно изыскательской сфере (Таблица 7.1).

Таблица 7.1-Потребители

Параметры	Краткое описание
Организационно-правовая форма	Юридические лица
Географическое местоположение	Сибирский федеральный округ
Отрасль экономики	Строительная промышленность, Научно исследовательские институты
Вид деятельности	Архитектурно-строительное проектирование; инженерные изыскания, научные исследования

Объект ВКР (торф) относится к камеральному этапу исследования. В то же время исходные данные для проведения расчетов являются результатом

полевых и лабораторных работ. В связи с этим было принято решение расширить границы раздела и включить в него полевой и лабораторный этапы.

Цели и результат проекта в области ресурсоэффективности представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 - Цели и результат проекта в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Цели проекта:	Сократить сроки выполнения проектных работ. Увеличение базы данных химического состава торфов
Ожидаемые результаты проекта:	Экономия временных затрат при выполнении проектных работ. Повышение рентабельности проектно-изыскательских работ.
Критерии приемки результата проекта:	Соответствие результатов целям проекта.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Сокращение сроков выполнения проектных работ на 10%
	Повышение рентабельности проектно-изыскательских работ на 5 %

7.1 Предпроектный анализ

Сегментирование ранка – разделение покупательского спроса на однородные группы, для каждой из этих групп может потребоваться определенный товар (услуга).

Сегментируем рынок по следующим критериям: вид заказчика (НИИ или проектная организация); вид услуги (комплексный продукт, научные изыскания).

Таким образом, необходимо рассмотреть возможность разработки комплексного продукта, сочетающего в себе научные изыскания и расчет относительной деформации, который, при соответствующем обосновании, должен быть интересен как строительным и проектным организациям, а так же НИИ.

7.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с двух позиций, с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Таблица 7.2.1- Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности труда пользователя	0,10	4,00	5,00	5,00	0,40	0,50	0,50
Удобство в эксплуатации	0,10	5,00	3,00	3,00	0,50	0,30	0,30
Энергоэкономичность	0,10	5,00	4,00	4,00	0,50	0,40	0,75
Надежность	0,15	4,5	5,0	5,00	0,68	0,75	0,45
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,12	5	4	3	0,65	0,54	0,53
Цена	0,15	5	4	4	0,75	0,60	0,50
Срок выполнения работ	0,14	5	4	4	0,55	0,52	0,52
Уровень проникновения на рынок	0,14	3	5	5	0,15	0,25	0,25
Итог:	1	36,5	34	33	4,18	3,86	3,8

Анализ конкурентных технических решений определяется по следующей формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Основываясь на проведенном анализе конкурентов, можно сказать, что проект превосходит конкурентные исследования, что связано с ценой, удобством

в эксплуатации, энергоэкономичностью, конкурентоспособностью, а также скоростью выполнения работ.

7.3 SWOT-анализ

SWOT (анализ) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, который применяется для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Давайте перечислим сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы. Результаты сведем в матрицу

SWOT представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться. Он проводится в несколько этапов. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 7.3.1.

Таблица 7.3.1 – Матрица SWOT

Сильные стороны научноисследовательского проекта:	Слабые стороны научноисследовательского проекта:
С1. Низкая стоимость проекта	Сл1. Погрешность методов анализа
С2. Достаточно высокая точность результатов	Сл2. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации
С3. Распространённость и доступность объектов исследования	Сл3. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
С4. Экологичность проведенных исследований	
<i>Возможности:</i>	<i>Угрозы:</i>
В1. Расширение сферы участия в проектах	У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности
В2. Появление дополнительного спроса на исследования	У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения
	У3. Развитие конкуренции

Выявим соответствие сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. В рамках данного этапа построим интерактивные матрицы проекта. Ее использование поможет разобраться с различными комбинациями взаимосвязей матрицы SWOT. Данные сведем в таблицу 7.3.2

Таблица 7.3.2 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+
Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	
	B1	-	-	-	
	B2	-	+	-	
Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	-	+	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	+	+	+	+
Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	
	У1	+	-	+	
	У2	-	+	+	
	У3	-	+	+	

По нашим полученным результатам составим итоговую матрицу SWOT – анализа (таблица 7.3.3)

Таблица 7.3.3 – SWOT анализ

	Сильные стороны научноисследовательского проекта:	Слабые стороны научноисследовательского проекта:
	C1. Низкая стоимость проекта	Сл1. Погрешность методов анализа
	C2. Достаточно высокая точность результатов	Сл2. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации
	C3. Распространённость и доступность объектов исследования	Сл3. Необходимость дополнительного обучения сотрудников

	С4. Экологичность проведенных исследований	
Возможности:	Высокий спрос за счет низкой стоимости исследования, а так высокой точности и большого количества объектов исследования.	Дополнительные затраты в связи с необходимостью дополнительного обучения сотрудников. Введение дополнительных дисциплин, изменение учебного плана.
В1. Расширение сферы участия в проектах		
В2. Появление дополнительного спроса на исследования		
Угрозы:	Создание конкурентоспособного проекта; Снижение стоимости работ, в связи с увеличением предложений на рынке и его кратким сроком выполнения.	Возникновение новых государственных требований в связи с появлением инновационных методик; В связи с увеличением спроса техник и баз данных, увеличение стоимости программных обеспечений.
У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности		
У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения		
У3. Развитие конкуренции		

7.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка, важно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 7.4.1).

Таблица 7.4.1 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	3
	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	3
4.	Определены авторы и осуществлена	4	4

	охрана их прав		
5.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	4
6.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	3
7.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	3
8.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
9.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
10.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	3
11.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
12.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	3
13.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	4
14.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	52	53

При проведении анализа по таблице, необходимо по каждому показателю проставить оценку по пятибалльной шкале. При проведении оценивания степени проработанности научного проекта 1 балл означает - не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 - означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

где: $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

В итоге степень проработанности научного проекта составила 52 а, уровень имеющихся знаний у разработчика 53. Это говорит о том, что разработка является в целом перспективной, и уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего значения.

7.4.1 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Коммерциализация результатов научных исследований представляет собой процесс вовлечения их в экономический оборот в различных сегментах рынка. Для коммерциализации результатов, проведенного исследования будут использоваться следующие методы: инжиниринг и технологическая помощь.

Инжиниринг – это совокупность проектных и практических работ, которые относятся к инженерно- технической области. Инжиниринг в данном случае будет предполагать предоставление на основе договора комплекс инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, а так же с разработкой новых технологических процессов на предприятии.

Технологическая помощь – это технические услуги и помощь, которая будет включать в себя передачу технологии или поставку оборудования.

Данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении данного проекта.

7.5 Планирование управления научно-техническим проектом

В рамках проекта предусматривается ряд последовательно выполняемых работ, каждая из которых завершается определенным результатом. Отметим ключевые события проекта, даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на определенные даты. Информацию сведем в таблицу 7.5.1

Таблица 7.5.1–Контрольные события проекта.

Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
Полевые работы (бурение скважин, отбор проб)	25.09.2020	Буровые журналы. Пробы грунта.
Лабораторные работы	26.09.2020	Химический анализ кислотных вытяжек и болотных вод из торфов. Физико-химические показатели торфов.
Камеральные работы	20.10.2020	Построение графиков, статистическая обработка данных

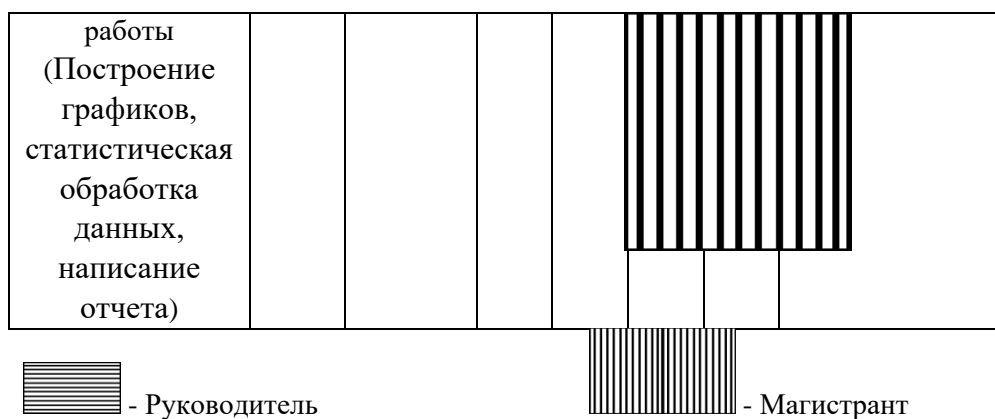
В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный план (таблица 7.5.2) и календарный график (таблица 7.5.3)

Таблица 7.5.2 – Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Составление полевых работ	5	19.09.2020	24.09.2020	Руководитель
Полевые работы (бурение скважин, отбор проб)	1	25.09.2020	26.09.2020	Руководитель, магистрант
Лабораторные работы	24	26.09.2020	20.10.2020	Лаборанты (2 сотрудника)
Камеральные работы (Построение графиков, статистическая обработка данных)	30	21.10.2020	20.11.2020	Магистрант
Итого:	60	19.09.2020	20.11.2020	

Таблица 7.5.3 – Календарный план график проекта

Наименование этапа	Т, дней	Продолжительность выполнения работ								
		сентябрь			октябрь			ноябрь		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Составление полевых работ	5									
Полевые работы (бурение скважин отбор проб)	1									
Лабораторные работы	24									
Камеральные	30									



На основании данных таблиц можно сделать вывод, что продолжительность работ по получению исходных данных и проведению окончательных расчетов займет 61 (шестьдесят один) день.

Длительность выполнения проекта в календарных днях равна:

- 6 дней (профессор);
- 31 дней (студент);
- 24 дня (лаборанты).

Наиболее трудоемким этапом является этап камеральной обработки, т.к. он обладает наибольшей продолжительностью.

7.6 Бюджет научного исследования

Необходимо отметить, что при планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. Сгруппируем планируемые затраты по статьям таблица 7.6.1

Таблица 7.6.1 – Группировка затрат по статьям

Статья затрат	Сумма, руб
Сырье, материалы	2892,75
Специальное оборудование для выполнения работ, руб.	65 000
Основная заработная плата, руб.	75 500
Отчисления во внебюджетные фонды (30,2 %), руб.	22 801
Прочие прямые расходы, руб.	1300
Накладные расходы (80%), руб.	60 400
Итого плановая себестоимость, руб.	227 893,75

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

В эту статью включены затраты на приобретение всех видов материалов, необходимых для успешного выполнения работ. Данные сведения сведены в таблицу 7.6.2

Таблица 7.6.2 – Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

Наименование	Количество, шт.	Цена за ед. руб.	Сумма, руб.
Краска для принтера	1	1500	1500
Бумага формата А4	1	300	300
Ручка шариковая	10	5	50
Карандаш	5	5	25
Марля 9х10м	2	150	300
Полиэтиленовые пакеты 100шт (1 рулон)	1	100	100
Бутылки пластиковые	3	10	30
Контейнер пластиковый	3	150	450
Всего за материалы			2755
Транспортно-заготовительные расходы (5%)			137,75
Итого по статье сырье и материалы			2892,75

Специальное оборудование для выполнения работ

В данную статью расходов включаются все затраты, связанные с приобретением оборудования (устройств и механизмов), необходимого для успешного проведения работ. Стоимость оборудования, используемого при выполнении работы, которое имеется в организации, учитывается в виде амортизационных отчислений. Сведения по данной статье представим в таблице 7.6.3.

Таблица 7.6.3 – Специальное оборудование для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единиц оборудования, руб.	Общая стоимость, оборудования, руб.	Срок службы, лет	Ежедневные амортизационные отчисления, руб.	Количество рабочих дней	Сумма амортизационных отчислений, руб.
Ручной бур	1	15000	15000	10	4,11	1	4,11
Компьютер	1	45000	45000	5	24,63	30	738,92
Программное обеспечение Microsoft Office	1	5000	5000	1	13,70	30	411,00
Итого:			65000	Итого:			65000

Основная заработная плата

В настоящую статью расходов включается заработная плата работников, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по заработной плате зависит от трудоемкости выполняемых работ, а так же от действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сведен в таблицу 7.6.4.

Таблица 7.6.4 – Расчет основной заработной платы

Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб.	Всего заработная плата по тарифу, руб.
Составление полевого плана работ	Руководитель	5	2000	10000
Полевые работы (бурение скважин, отбор проб)	Руководитель	1	2000	2000
	Магистрант	1	500	500
Лабораторные работы	Лаборант	24	1000	24000
	Лаборант	24	1000	24000
Камеральные работы (построение графиков, статистическая обработка, написание отчёта)	Магистрант	30	500	15000
Итого:				75 500

Таким образом, размер основной заработной платы при выполнении работы, по изучаемой теме составит 75 500 рублей.

Отчисления во внебюджетные фонды

Тарифы страховых взносов 2020 года разделены на несколько категорий:

- по пенсионному страхованию;

- отчисления, направляемые на медицинское страхование в рамках ОМС;
- взносы на социальное страховое обеспечение на случай заболеваний и материнства;
- средства, направляемые в ФСС, формирующие фонд возмещения при возникновении несчастного случая на производстве или профзаболеваний («травматизм»).

Первые три вида взносов, регулируются положениями Налоговым кодексом РФ (глава 34). Взносы по «травматизму» регламентируются нормами Закона от 24.07.1998 г. №125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», при этом тарифы по страхованию от несчастных случаев ежегодно пересматриваются и утверждаются отдельным законом. На период с 2018 по 2020 годы ставки этого вида взносов остались неизменными (закон от 31.12.2017 г. № 484-ФЗ).

Законом от 03.08.2018 г. № 303-ФЗ внесены поправки в Налоговый Кодекс РФ, касающиеся страховых взносов. Размеры страховых взносов представим в таблице 7.6.5

Таблица 7.6.5 – Размер страховых отчислений во внебюджетные фонды

Тип страховых взносов	Ставка в процентах
ПФР	22
ФСС (ставка 2020) на случай болезни и материнства	2,9
ФФОМС (ставка 2020)	5,1
ФСС на «травматизм»	0,2
Итог	30,2

Прочие прямые расходы

В данной статье расходов предусматриваются расходы, связанные с оплатой суточных членам полевой группы (2 чел.). Размер суточного содержания, при выполнении полевых работ, каждая организация устанавливает самостоятельно, в данном случае эта сумма составляет 650 руб. на человека в

сутки. Таким образом, общий размер расходов на суточное содержание составит $650 \text{ р.} \cdot 2 \text{ чел.} \cdot 1 \text{ дней} = 1300 \text{ рублей}$.

Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление, хозяйственное обслуживание, ремонт оборудования, аренду помещений и т.д. Обычно накладные составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по рассматриваемой теме. В данном случае накладные приняты в размере 80% и составляют $75\,500 \text{ руб.} \cdot 0,80 = 60\,400 \text{ рублей}$.

7.7 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя все возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 7.7.1

Таблица 7.7.1 – Реестер рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Погрешность расчетов	2	5	Низкий	Автоматизация расчётов	Невнимательность
2	Пониженный интерес к результатам исследования	1	5	Низкий	Привлечение предприятий, публикация результатов	Неактуальность исследования

7.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

Оценка абсолютной эффективности исследования. В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитывается фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);

- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0$$

где: $ЧДП_{опt}$ – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t = 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если $NPV > 0$, то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 7.8.1

Таблица 7.8.1 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	387419,375	387419,375	387419,375	387419,375
2	Итого приток, руб.	0	387419,375	387419,375	387419,375	387419,375
3	Инвестиционные издержки, руб.	-227 893,75	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	164047,78	164047,78	164047,78	164047,78
5	Налогооблагаемая прибыль(1-4)	0	223371,595	223371,595	223371,595	223371,595
6	Налоги 20 %, руб.(5*20%)	0	44674,319	44674,319	44674,319	44674,319
7	Итого отток, руб.	-227 893,75	553521,069	553521,069	553521,069	553521,069
8	Чистая прибыль, руб.(5-6)	0	178697,276	178697,276	178697,276	178697,276
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.(чистая прибыль+амортизация)	-227 893,75	179851,306	179851,306	179851,306	179851,306

10	Коэффициент дисконтирования (КД)	1	0,833	0,694	0,578	0,482
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.(9*10)	-227 893,75	149816,1379	124816,806	103954,0549	86688,32949
12	$\sum \text{ЧДД}$	465 275,32				
12	Итого NPV, руб.	237 381,58				

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$\text{КД} = \frac{1}{(1 + i)^t}$$

где: –ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 237 381,58 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Индекс доходности (PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Этот показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{\text{ЧДП}_t}{(1+i)^t} / I_0$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{465\,275,32}{227\,893,75} = 2,04$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным

Внутренняя ставка доходности (IRR).

Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка

дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или $=0$. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 7.8.2 и на рисунке 7.8.1.

Таблица 7.8.2 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя		0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, руб.		-227893,75	179851,306	179851,306	179851,306	179851,306	
2	Коэффициент дисконтирования							
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683		
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482		
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,35		
	0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26		
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198		
	0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,153		
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112		
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095		
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077		
	1	1	0,5	0,25	0,125	0,062		
3	Дисконтированный денежный поток, руб.							
	0,1	-227893,75	163484,84	148557,18	135068,33	122838,44	342055,04	
	0,2	-227893,75	149816,14	124816,81	103954,05	86688,33	237381,58	
	0,3	-227893,75	138305,65	106471,97	81832,34	62947,96	161664,18	
	0,4	-227893,75	128413,83	91724,17	65465,88	46761,34	104471,46	
	0,5	-227893,75	119960,82	79853,98	53056,14	35610,56	60587,74	
	0,6	-227893,75	112407,07	70142,01	43883,72	27517,25	26056,29	
	0,7	-227893,75	105752,57	60250,19	36509,82	20143,35	-5237,83	
	0,8	-227893,75	99997,33	55574,05	30754,57	17085,87	-24481,92	
	0,9	-227893,75	94601,79	49818,81	26258,29	13848,55	-43366,31	
	1,0	-227893,75	89925,65	44962,83	22481,41	11150,78	-59373,08	

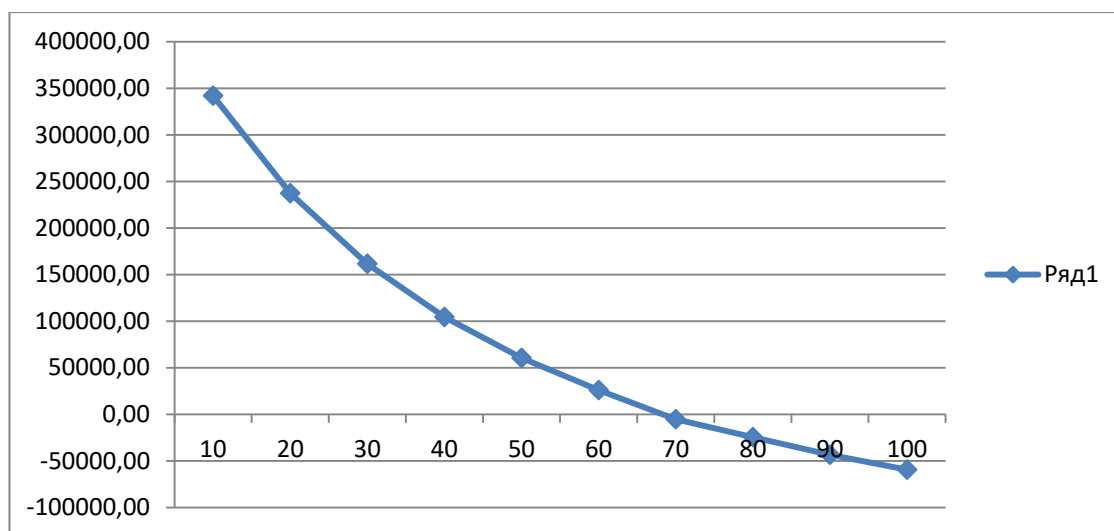


Рисунок 7.8.1 – график зависимости NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,66.

Запас экономической прочности проекта: $66\% - 20\% = 46\%$

Дисконтированный срок окупаемости

Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 7.8.3).

Таблица 7.8.3 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4

1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$), руб.	-227893,75	149816,14	124816,81	103954,05	86688,33
2	То же нарастающим итогом, руб.	-227893,75	-78077,61	46739,2	150693,25	237381,58
3	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{дск} = 1 + (78077,61/124816,81) = 1,63$ года				

7.9 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов объекта исследования можно определить следующим образом (по формуле 1):

$$l_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a; \quad l_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p$$

где l_m^a – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

В качестве вариантов исполнения научного исследования рассмотрим три организации: 1 и 2 аналоги, 3 текущий проект.

Экспертным путем устанавливаем балльную оценку для текущего проекта и аналогов. Расчеты проводим по формуле (1). Полученные данные сводим в таблицу 7.9.1.

Таблица 7.9.1 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения исследования

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
Повышение	0,10	4	5	5

производительности труда пользователя				
Удобство в эксплуатации	0,15	5	3	3
Энергоэкономичность	0,15	5	3	4
Надежность	0,10	5	5	4
Конкурентоспособность продукта	0,20	4	4	4
Цена	0,10	5	5	5
Срок выполнения работ	0,10	5	4	4
Уровень проникновения на рынок	0,10	3	4	2
Итого:	1	36	33	31

$$l_m^p = 4.5; \quad l_1^A = 4; \quad l_2^A = 3.85.$$

Таким образом, у текущего проекта интегральный показатель ресурсоэффективности является наивысшим, что говорит о более высокой эффективности по сравнению с аналогами.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле 2:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где I_{Φ}^p – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Стоимость вариантов исполнения представим в виде таблицы 7.9.2.

Таблица 7.9.2 – Стоимость вариантов исполнения

Текущий проект (комплексный подход)	Аналог (раздельное выполнение)	Максимальная стоимость исполнения
237 381,58	413 267	511 078

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналога позволяет определить сравнительную эффективность проекта, рассчитывается по формуле 3:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a}$$

где \mathcal{E}_{cr} – сравнительная эффективность проекта;

$I_{финр}^p$ – интегральный показатель эффективности разработки;

$I_{финр}^a$ – интегральный показатель эффективности аналога.

Результаты расчетов сведем в таблицу 7.9.3.

Таблица 7.9.3 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Текущий проект	Аналог
Интегральный финансовый показатель разработки	0,46	0,81
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	4,0
Интегральный показатель эффективности	9,78	4,94
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,98	

Сравнение значений интегральных показателей позволяет сделать выбор в пользу текущего проекта. Интегральный финансовый показатель свидетельствует об удешевлении стоимости текущего проекта. Интегральный показатель ресурсоэффективности является наивысшим, что говорит о более высокой эффективности текущего проекта по сравнению с аналогами. Показатель сравнительной эффективности говорит о том, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 1,98 раза предпочтительнее аналога.

Вывод по главе

В результате выполнения данного раздела был выполнен анализ конкурентных технических решений. Анализ технических и экономических критериев показал, что данная реализация проекта является наиболее выгодной при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Было выполнено сегментирование рынка и выполнен SWOT-анализ. При работе над планированием были определены этапы работ, их трудоемкость,

разработан план - график. Продолжительность работ по получению исходных данных и проведению расчетов займет 61 день. В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 237 381,58 руб.; индекс доходности $PI=2,04$, внутренняя ставка доходности $IRR=66\%$, срок окупаемости $PP_{дск}=1,63$ года.

Таким образом, мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и небольшим сроком окупаемости.

При оценке сравнительной эффективности было установлено, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 1,98 раза эффективнее аналога.

8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

С одной стороны болота являются индикатором, отражающим специфические условия водосборной территории, а с другой болота оказывают существенное влияние на формирование эколого-геохимического состояния подземных и поверхностных вод связанных с ним. Важной характеристикой в процессе развития, эволюции и деградации болот является распределение в торфяной залежи по глубине, химических элементов. Изучение зависимости этого распределения определяет актуальность данного исследования, несмотря на значительное количество работ в этом направлении, в том числе и по Западной Сибири – одному из самых заболоченных в мире регионов.

Объектом исследования является северо-западная часть Тимирязевского болота переходного типа недалеко от поселка Тимирязево.

Цель исследования – выявить изменения химического состава торфов (кислотных вытяжек) по глубине торфяной залежи Тимирязевского болота

(западная окраина г. Томска, Западная Сибирь) и вещественного состава минеральных включений в торфа как индикаторов условий формирования болота в природно-антропогенных условиях, характеризующихся сочетанием влияния гумидного и достаточно сурового климата, высокого колебания уровня речных вод превышающего 10 метров, одного из крупнейших в Российской Федерации подземного водозабора и атмосферного загрязнения от полумиллионного города.

8.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно ст. 212 ТК РФ, возлагаются на работодателя. Работодатель обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов. Кроме того, работодатель обязан обеспечить, соответствующие требованиям охраны труда, условия труда на каждом рабочем месте, режим труда и отдыха работников. Работы, непосредственно связанные с бурением попадают под регламент «Правила техники безопасности при геологоразведочных работах» а также под регламент СНиП 12-04-2002 Часть 2.

К производству работ допускаются только лица, имеющие специальную техническую подготовку, в обязательном порядке прошедшие обучение безопасным методам работы и успешно сдавшие проверочные испытания в установленном порядке. Категорически запрещается допуск к работе лиц, находящихся в нетрезвом состоянии. Перед тем, как приступить к работе, все работники должны пройти инструктаж по технике безопасности.

Рабочее время – это время, в течение которого работник в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и условиями трудового договора должен исполнять свои трудовые обязанности, а также иные периоды времени,

которые в соответствии с Трудовым кодексом РФ [79], другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации относятся к рабочему времени. Нормальная продолжительность рабочего времени, в соответствии с Трудовым кодексом РФ не может превышать 40 часов в неделю. Работодатель обязан вести учет рабочего времени, фактически отработанного каждым работником.

В целях обеспечения защиты персональных данных, хранящихся у работодателя, работники имеют право по трудовому кодексу N 197-ФЗ /СТ. 89 ТК РФ на:

- полную информацию об их персональных данных и обработке этих данных;
- свободный бесплатный доступ к своим персональным данным, включая право на получение копий любой записи, содержащей персональные данные работника, за исключением случаев, предусмотренных федеральным законом;
- определение своих представителей для защиты своих персональных данных;
- доступ к медицинской документации, отражающей состояние их здоровья, с помощью медицинского работника по их выбору;
- требование об исключении или исправлении неверных или неполных персональных данных, а также данных, обработанных с нарушением требований настоящего Кодекса или иного федерального закона. При отказе работодателя исключить или исправить персональные данные работника он имеет право заявить в письменной форме работодателю о своем несогласии с соответствующим обоснованием такого несогласия. Персональные данные оценочного характера работник имеет право дополнить заявлением, выражающим его собственную точку зрения;

- обжалование в суд любых неправомерных действий или бездействия работодателя при обработке и защите его персональных данных.

При проведении работ, работнику необходимо строго выполнять требование по технике безопасности на основе соответствующих нормативных документов по технике безопасности работ в строительстве. Весь выполняемый труд должен производиться согласно правилам, инструкциям и планам мероприятий.

Все работники, занятые на тяжелых работах и на работах с вредными или опасными условиями труда, для определения пригодности их к поручаемой работе и предупреждения профессиональных заболеваний, проходят обязательные медицинские осмотры: 1) предварительные - при поступлении на работу; 2) периодические медицинские осмотры.

Полевые работы включают в себя: рекогносцировочное обследование, измерения приборами отбор проб грунта при помощи бурильных установок, заполнение полевого журнала. Эти работы характеризуются – высокими физическими и эмоциональными нагрузками.

Камеральные работы ведутся в производственных помещениях. Камеральные работы включают в себя процесс обработки числовой и графической информации при помощи ПЭВМ. Эти работы характеризуются – высокой нагрузкой на органы зрения, перенапряжением умственного труда с низкой двигательной активностью.

Основным объектом камеральных работ в производственных условиях является рабочее место с ПЭВМ. Рабочее место при выполнении камеральных работ организовывается в соответствии с ГОСТ 12.2.032- 78[80].

При проектировании оборудования и организации рабочего места следует учитывать антропометрические показатели женщин (если работают только женщины) и мужчин (если работают только мужчины); если оборудование

обслуживают женщины и мужчины - общие средние показатели женщин и мужчин.

Конструкцией производственного оборудования и рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием: высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног.

8.2. Производственная безопасность

В ходе работы человек может подвергаться различным опасным воздействиям, под которыми обычно понимают явления, процессы, объекты способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно. Вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при выполнении работы, согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [81] представлены в табл. 8.2.1.

Таблица 8.2.1 – Опасные и вредные производственные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Полевой этап	Камеральный этап	
Отклонение показателей микроклимата	+	+	СанПин 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [82] ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ ОБЩИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВОЗДУХУ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ [83] ГОСТ Р ИСО 7243-2007 ТЕРМАЛЬНАЯ СРЕДА [84]
Превышение уровня шума и вибрации	+	-	ГОСТ 12.1.003-2014 (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности [85] ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования [86] ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума [87]
Отсутствие или недостаток естественного света	-	+	СанПин 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [82] СП 52.13330.2016 2016 Естественное и искусственное освещение [88]
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через	-	+	ГОСТ 12.1.038-82 Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [89] ПЭУ ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и

тело человека			токов [90] ПОТЭЭ Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок [91] ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [92]
Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	+	-	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. оборудование производственное. Общие требования безопасности [93] ГОСТ 12.2.062-81 Оборудование производственное. Ограждения защитные [94]
Пожароопасность	+	+	НПБ 105-03 Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [95] ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования [96] ГОСТ 12.4.009-83 Пожарная техника для защиты объектов [97]
Физические перегрузки организма человека	+	+	ГОСТ 12.3.009-76 Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности [98]

8.3. Анализ вредных и производственных факторов

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

При работе на открытой местности обустраиваются навесы, палатки, землянки для рекреационных целей. Одежда работников в летний период легкая и свободная, изготавливаться преимущественно из натуральных тканей. На случай выпадения осадков, рабочая бригада должна быть укомплектована дождевиками из непромокаемых материалов. В зимний период работников также обеспечивают теплой спецодеждой (ватные штаны, ватная куртка, валенки, рукавицы и т.д.).

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на самочувствие человека. Неблагоприятные метеорологические условия приводят к быстрой утомляемости, повышают заболеваемость и снижают производительность труда.

Работы должны быть обязательно приостановлены во время экстремальных климатических явлений до восстановления благоприятных погодных условий.

Отклонение показателей микроклимата в помещении

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 [82], микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений. Этот климат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и температуры окружающих поверхностей.

Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека – его самочувствие и здоровье, так и на надежность работы ЭВМ. Поэтому в помещении, где установлены компьютеры, должны соблюдаться параметры микроклимата [90].

Таблица 8.3.1 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений [82]

Период года	Категория работ	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		оптимальн ая	допустимая				оптималь ная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	Оптим альная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непосто- янных*
			верхняя граница		нижняя граница					
			на рабочих местах							
			посто янных	не посто янных	пос тоян ных	не посто янных				
Холод- ный	Легкая - Ia	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	Не более 0,1
	Средней тяжести - IIб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	Не более 0,4
Теплый	Легкая - Ia	23-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28°С)	0,1	0,1-0,2
	Средней тяжести - IIа	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26°С)	0,3	0,2-0,4

Для поддержания соответствующих микроклиматических параметров должны использоваться системы отопления и вентиляции, а также кондиционирование воздуха.

Превышение уровней шума и вибрации.

При эксплуатации бурового оборудования, во время полевых работ, вибрация и шум имеют крайне широкое распространение преимущественно при проходке скважин.

Шум может создаваться работающим оборудованием: буровыми установками, машинами.

Шум ухудшает условия труда и оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума на организм человека различно – от повышения утомляемости и затруднений в восприятии речи до необратимых изменений в органах слуха. Предельно допустимые уровни шума регламентируются ГОСТ 12.1.003-2014 [85].

Источником вибрации при производстве работ являются буровые установки.

Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются ГОСТ 12.1.012-2004 [86].

Таблица 8.3.2 – Допустимое суммарное время непрерывного воздействия вибрации на человека работающего за смену [86]

Показатель превышения вибрационной нагрузки на оператора, дБ	T, мин	Показатель превышения вибрационной нагрузки на оператора, дБ	T, мин
1	381	7	95
2	302	8	76
3	240	9	60
4	191	10	48
5	151	11	38
6	120	12	30

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Производственное освещение - неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего

места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда находится в прямой зависимости от рациональности освещения и повышается на 10-12%.

Существует несколько видов производственного освещения:

- естественное
- искусственное
- совмещенное

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и приводится в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 [82].

Требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению рабочих мест на промышленных предприятиях приведены в таблице 8.3.3 [82].

Таблица 8.3.3 – Требования к освещению рабочих мест в помещениях общественных зданий, а также сопутствующих им производственных помещениях

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Горизонтальная, Вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение КЕО, %		Совмещенное освещение КЕО, %		Искусственное освещение		
						При комбинированном освещении		При общем освещении
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	Всего	От общего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства	Г-0,8	3,0		1,0		1,8		0,6
Аналитические лаборатории	Г-0,8	4,0		1,5		2,4		0,9

Источниками искусственного освещения обычно являются: люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники и используются в освещении. Допускается применение металлогалогенных ламп мощностью до 250 Вт, а также ламп накаливания в светильниках местного освещения.

Яркость светящихся поверхностей, находящихся в поле зрения не должна превышать 200 нт/м^2 .

Если освещенность помещения недостаточная, то ее устраняют при помощи дополнительных источников освещения.

Предоставляю расчет искусственного освещения для кабинета камеральной обработки данных

Дано помещение с размерами: длина $A = 10 \text{ м}$, ширина $B = 10 \text{ м}$, высота $H = 5,5 \text{ м}$. Высота рабочей поверхности $h_{rp} = 0,8 \text{ м}$.

Требуется создать освещенность $E = 300 \text{ лк}$.

Коэффициент отражения стен $\rho_{ст} = 70 \%$, потолка $\rho_{п} = 70 \%$. Коэффициент запаса $k = 1,5$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$ [88].

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения

Выбираем светильник типа ПВЛ, $\lambda = 1,5$; $l_{св} = 1230 \text{ мм} = 1,23 \text{ м}$

Приняв $h_c = 0,5 \text{ м}$.

Определяем расчетную высоту:

$$h = H - h_c - h_{rp} = 5,5 - 0,5 - 0,8 = 4,2 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda * h = 1,5 * 4,2 = 6,3 \text{ м}$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$L/3 = 6,3/3 = 2,1 \text{ м}$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3} \cdot L)}{L} + 1 = \frac{(10 - \frac{2}{3} \cdot 6,3)}{6,3} + 1 \approx 2$$

$$n_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3} \cdot L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{10 - \frac{2}{3} \cdot 6,3}{1,23 + 0,5} \approx 3$$

Размещаем светильники в 2 ряда. В каждом ряду можно установить 3 светильника типа ПВЛ мощностью 40 Вт длиной 1,23 м., расстояние между светильниками в ряду составят 0,5 м. В каждом светильнике установлено по 2 лампы, значит, общее число ламп в помещении будет $N = 12$ шт.

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{100}{4.2 \cdot (10 + 10)} = 1,19$$

$$S = 10 * 10 = 100$$

По табл. 14 определяем коэффициент использования светового потока [21]
 $\eta = 35,2$.

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_n * S * K * Z}{N * \eta} = \frac{300 * 100 * 1,5 * 1.1}{12 * 35,2} = 117,2$$

По табл. 1 выбираем ближайшую стандартную лампу – В215-225-15-1 с потоком 120 лм.

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10 \% \leq \frac{\Phi_{л.станд} - \Phi_{л.расч}}{\Phi_{л.станд}} * 100\% \leq +20\%$$

$$-10 \% \leq \frac{120 - 117,2}{120} * 100\% \leq +20\%$$

Получаем $-10 \% \leq 0,02 \leq +20\%$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 12 * 40 = 480 \text{ Вт}$$

Повышенное значение напряжения в электрической цепи

При выполнении работ камерального этапа опасность электрическим током может исходить от неисправной электропроводки, выключателей, розеток, вилок, рубильников, переносимых ламп, любых неисправных электроприборов, ПЭВМ.

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038-82 [89] устанавливает предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц. Наиболее опасен переменный ток с частотой 50 Гц (в 4-5 раз опаснее постоянного).

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 секунд – 2 мА, при 10 секунд и менее – 6 мА [89].

В зависимости от условий, повышающих или понижающих опасность поражения электрическим током, все помещения делят на: 1) помещения с повышенной опасностью, 2) особо опасные, 3) помещения без повышенной опасности.

Общие требования по электробезопасности отражены в ГОСТ 12.1.019-2017 [15] и ГОСТ 12.1.038-82 [89].

Помещения камеральной обработки материалов относятся к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током, согласно ПЭУ [90], так как они характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность, а именно:

- влажность воздуха не превышает 75%;
- отсутствие токопроводящей пыли
- отсутствие токопроводящих полов;
- относительно не высокая температура воздуха (ниже плюс 35°C).

При работе на ПЭВМ:

- все узлы одного компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должно питаться от одной фазы электросети
- все соединения ЭВМ и внешнего оборудования должны проводиться при отключенном электропитании;
- для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный щит с автоматами защиты и общими рубильниками.

К первоочередным мероприятиям, направленным на ликвидацию причин травматизма относятся:

- систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей;
- соблюдение правил противопожарной безопасности;
- разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации средств вычислительной техники, и контроль за их соблюдением;
- своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических испытаний и предупредительных ремонтов.

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.

Для защиты от данных опасных факторов используются коллективные средства защиты – устройства, препятствующие появлению человека в опасной зоне.

Согласно ГОСТ 12.2.062-81 [94] ограждения выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов и кожухов. Они должны иметь такие размеры

и быть установлены таким образом, чтобы в любом случае исключить доступ человека в опасную зону. При устройстве ограждений должны соблюдаться определенные требования. Запрещается работа со снятым или неисправным ограждением.

В качестве профилактических мер планируется систематически производить проверку наличия защитных ограждений на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановую и внеплановую проверку пусковых и тормозных устройств; проверку состояния оборудования и своевременное устранение дефектов ГОСТ 12.2.003-91 [93].

При проведении работ по бурению скважин необходимо соблюдать технику безопасности, так как отбор проб будет осуществляться с помощью специальных инструментов (колонок, шнек). Основная опасность заключается в том, что, зацепившись телом или одеждой за острую кромку или заусенец инструмента можно получить травму вплоть до смертельного исхода.

Основными мерами предосторожности являются: соблюдение всех требований правил техники безопасности при работе с инструментами; соблюдение формы одежды (все пуговицы на одежде должны быть застегнуты, полы одежды не должны болтаться); периодическая проверка технического состояния используемых при отборе проб инструментов, повышенное внимание на рабочем месте.

Пожароопасность

При проведении плевых и камеральных работ необходимо соблюдать технику противопожарной безопасности, регламентируемую на предприятии. Запрещается загромождать предметами и оборудованием проходы, коридоры, выходы и лестницы. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выхода из зданий. Основными системами противопожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарная защита.

Согласно НПБ 105-03 [95] камеральные помещения относятся к категории помещений по пожарной и взрывной опасности В1-В4, так как присутствуют твердые горючие материалы (деревянная мебель).

Все работники проходят специальную противопожарную подготовку. Ответственные за пожарную безопасность обязаны не допускать к работе лиц не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности. Обучать персонал правилам пожарной безопасности и разъяснять порядок действий в случае загорания или пожара, контролировать соблюдение рабочими противопожарного режима, обеспечивать исправное содержание и постоянную готовность к действию средств огнетушения, применять меры по ликвидации возникающих пожаров.

Для быстрой ликвидации возможного пожара при производстве работ располагается стенд с противопожарным оборудованием, содержание которого должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004-91 [96] и ГОСТ 12.4.009-83 [20]. Данные о противопожарном оборудовании приведены в таблице 8.2.5.

Таблица 8.3.4 – Противопожарное оборудование на предприятии

Оборудование	Количество, шт.
Огнетушитель марки ОУ-5	1
Ведро пожарное	1
Багор	1
Топор	1
Лом	1
Ящик с песком, 0,2 м ³	1

Пожарный щит необходим для неотложных мер по тушению возможного возгорания до приезда пожарной бригады (звонить 01 или с сотового 010). Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность либо полной ликвидации огня, либо локализации возгорания.

За нарушение правил, рабочие несут ответственность, относящуюся к выполняемой ими работе или специальных инструкций в порядке, установленном правилами внутреннего трудового распорядка.

Физические перегрузки организма человека

По тяжести труда различают несколько классов, характеристики которых приведены в руководстве, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса Р 2.2.2006-05[101].

В ходе исследования проводились буровые работы в зимний период. Согласно табл. 17 руководства, по большинству показателей тяжести трудового процесса класс условий труда является – оптимальным.

По показателю 6 наклоны корпуса (вынужденные более 30°), количество за смену,) до 100 раз за смену – допустимый класс. [101]

По рабочей позе – класс допустимый (нахождение в позе стоя до 60 % времени смены).

По массе поднимаемого и перемещаемого (разовое) тяжести вручную при чередовании с другой работой (до 2 раз в час): – допустимый класс до 30 кг. Где пункт экологии?

8.4. Экологическая безопасность (охрана окружающей среды)

Объект исследования (Торфяное болото) сам по себе не наносит вред окружающей среде. Влияние происходит в процессе изъятия проб грунта вследствие инженерно-геологических работ. При производстве работ выполняются все положения по охране недр, окружающей среды, охране атмосферного воздуха, о животном мире, об отходах производства и потребления, правила пожарной безопасности и т.д. Экологическую безопасность регламентируют следующие ГОСТы: ГОСТ 17.2.1.04-77 [102], СП 11-102-97 [103], ГОСТ 17.1.3.02-77 [104], ГОСТ 17.4.3.04-85[105]

Таблица 8.4.1 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия

Природные ресурсы, компоненты геологической среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Почва	Уничтожение и повреждение почвенного слоя	Рекультивация земель
	Загрязнение горюче - смазочными материалами	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники
	Загрязнение производственными отходами	Вывоз отходов (свалки, отвалы)
Грунты	Нарушение состояния геологической среды	Ликвидационный тампонаж скважин, геомониторинг
	Нарушение физико-механических свойств горных пород	Мероприятия по укреплению грунтов (цементация, битуминизация, силикатизация)
Атмосферный воздух	Загрязнение атмосферного воздуха при работе оборудования	Установление нормативов предельно допустимых выбросов(ПДВ)загрязняющих веществ в атмосферный воздух

8.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Объект исследования (Торфяное болото) сам по себе может вызвать ЧС в случае возникновения торфяного пожара.

Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Чрезвычайные ситуации могут быть классифицированы по значительному числу признаков. По происхождению ЧС можно подразделить на: техногенные, антропогенные и природного характера.

ЧС можно классифицировать по типам и видам событий, лежащих в основе этих ситуаций, по масштабу распространения, по сложности обстановки тяжести последствий.

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в результате стихийных бедствий, а также при нарушении техники безопасности.

К ЧС во время полевого этапа можно отнести:

- Пожар, вызванный работниками либо из-за погодных условий.
- Природные катаклизмы: штормовой ветер, экстремально низкие и высокие температуры и т.д.
- Травмы из-за нарушения техники безопасности [106].

К ЧС во время камеральных работ можно отнести:

- Поражение электрическим током
- Пожарная безопасность

Мероприятия по предотвращению ЧС и порядок действий в случае возникновения ЧС

При возникновении пожара в здании необходимо:

- включить пожарную сигнализацию для оповещения о происшедшем возгорании сотрудников, после связаться с пожарной службой по номеру 101 и 112;

- по возможности попытаться ликвидировать очаг возгорания имеющимися средствами пожаротушения (песок, баллоны-огнетушители и т.д.)
- закрыть доступ кислорода (закрыть окна, двери противопожарное полотно)
- обесточить здание

Для устранения возможности пожара в помещении необходимо соблюдать противопожарные меры:

- ограничение количества горючих веществ;
- максимально возможное применение негорючих веществ;
- устранение возможных источников возгорания (электрических искр, нагрева оболочек оборудования);
- применение средств пожаротушения;
- использование пожарной сигнализации;
- проводить инструктаж по пожарной безопасности;
- назначать ответственного за пожарную безопасность.

При несчастном случае необходимо:

- вызвать скорую помощь;
- оказать пострадавшему первую медицинскую помощь;
- сообщить непосредственному начальству о происшедшем.

Рабочий персонал должен быть подготовлен к оказанию первой медицинской помощи и иметь все необходимое для ее оказания.

Выводы по разделу

В ходе выполнения данного раздела ВКР было составлено обоснование по техносферной безопасности при работе в полевых и камеральных условиях. Изучено большое количество документов регламентирующих охрану труда и ЧС

Рассмотрено влияние возможных негативных факторов, влияющие на здоровье работников, принимающих участие в проведении работ на различных её этапах. Предложены способы защиты от них.

Объект исследования не оказывает прямого влияния на здоровье человека. Полевые и камеральные работы оказывают прямое влияние на здоровье человека.

Заключение

Результатом проделанной работы стал анализ данных о химическом составе торфов, полученных из водных вытяжек и позволяющий сделать выводы о формировании и развитии мезотрофного болота в условиях климата Западной Сибири. Для мезотрофного болота у города Томска в долине реки Томи выявлено \subset – образное изменение зольности, Al, Ti, Cr и ряда других элементов с максимумами в верхней и нижней частях торфяной залежи пропорционально источнику минерального вещества (в верхней части залежи – пылевые выпадения, в нижней подстилающие грунты).

Аналогичное распределение ранее было выявлено на олиготрофном водосборном участке Васюганского болота примерно в 145 км на северо-запад. Также было предложено объяснение такого распределения вследствие функционирования болотной микрофлоры и геохимических барьеров на границе деятельного и инертного и на границе с подстилающими минеральными грунтами [Савичев и др., 2018, 2019; Savichev et al., 2020]. Это позволяет предположить о наличие общего механизма формирования вещественного состава торфов и трансформации минерального вещества в болотах с учетом

фильтрационных свойств среды – одного из важных факторов образования и функционирования геохимического барьера в болотной среде.

Основной механизм формирования вещественного состава торфов заключаются в биохимической трансформации минеральных веществ, поступающих из атмосферы с поверхностным и подземным стоком с суходолов, в результате чего в деятельном горизонте вещество находится в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии, а в инертном горизонте формируются минеральные фазы. На поверхность минеральных фаз происходит осаждение ряда микроэлементов и формирование аутигенных минералов. Скорость и направленность этих процессов зависит от геоморфологических и гидрологических условий, определяющих возникновение и функционирование геохимических барьеров. При этом влияние антропогенных факторов, безусловно, возможно, но оно, видимо, заключается не только в непосредственном поступлении на поверхность болота загрязняющих веществ, но и увеличении общей запыленности. В случае Тимирязевского болота нужно упомянуть и возможное влияние Томского подземного водозабора, которое, как было показано в [Савичев, Шмаков, 2012; Шмаков, 2016], проявляется в основном косвенно, в увеличении амплитуды колебания уровней болотных вод, смещения и определенного «размытия» границы деятельного и инертного горизонтов торфяной залежи.

Также в ходе анализа данных было выявлено увеличение значений рН с глубиной и сделано предположение что рН увеличивается по мере усиления анаэробных свойств и накоплению в нижних слоях торфа малорастворимых соединений кальция. Также выявлена обратно пропорциональная зависимость между удельной электропроводностью χ и рН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс]: Официальный интернет-портал Администрации Томской области – URL: <https://tomsk.gov.ru/O-REGIONE>. (Дата обращения 13, 04, 2021)
2. Геологическое строение окрестностей г. Томска: Томского политехнического университета – Томск/ С.С. Гудымович, И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчикова.
3. Непряхин Е.М. Почвы Томской области. – Томск, 1977. – 436 с.
4. Евсеева Н.С. Пояснительная записка к геоморфологической карте Томской областимасштаба 1:1000000. ОАО «Томскгеомониторинг». Томск, 2001.-7с.
5. [Электронный ресурс]: Большая российская энциклопедия – URL: <https://bigenc.ru/geography/text/4196582> (дата обращения 04,04,2021)
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 15. Алтай и Западная Сибирь. Выпуск 2. Средняя Обь, 1972. – 21с.
7. Eurasian Mires of the Southern Taiga Belt: Modern Features and Response to Holocene Palaeoclimate / T. Minayeva, W. Bleuten, A. Sirin, E.D. Lapshina // Wetlands and Natural Resource Management. Ecological Studies. V. 190 / Eds. J.T.A. Verhoeven, B. Beltman, R. Bobbink, D.F. Whigham. – Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. – P. 315–341.
8. Modes of occurrence of rare earth elements in peat from Western Siberia / S.I. Arbuzov, S.G. Maslov, R.B. Finkelman, A.M. Mezhibor, S.S. Ilenok, M.G. Blokhin, E.V. Peregudina

// Journal of Geochemical Exploration. – 2017. – V. 10. – P. 1–22. URL: <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2017.10.012> (дата обращения 23.04.2021).

9. Изменения химического состава кислотных вытяжек по глубине торфяной залежи внутриболотных экосистем Васюганского болота (Западная Сибирь) / О.Г. Савичев, А.К. Мазуров, М.А. Рудмин, А.А. Хващевская, А.Б. Даулетова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329. – № 9. – С. 101–116.

10. Mechanisms of Accumulation of Chemical Elements in a Peat Deposit in the Eastern Part of Vasyugan Swamp (West Siberia) / O.G. Savichev, A.K. Mazurov, M.A. Rudmin, N.E. Shakhova, V.I. Sergienko, I.P. Semiletov // Doklady Earth Sciences. – 2019. – V. 486. – P. 1. – P. 568–570. DOI: 10.1134/S1028334X19050258.

11. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты / отв. ред Н.П. Лавёров. – М.: Наука, 2004. – 677 с.

12. Shvartsev S.L. Geochemistry of fresh Groundwater in the Main Landscape Zones of the Earth // Geochemistry International. – 2008. – V. 46. – № 13. – P. 1285–1398.

13. Formation of sphalerite (ZnS) deposits in natural biofilms of sulfate-reducing bacteria / M. Labrenz, G.K. Druschel, T. Thomsen-Ebert, B. Gilbert, S.A. Welch, K.M. Kemner, G.A. Logan, R.E. Summons, G. Stasio, P.L. Bond, B. Lai, S.D. Kelly, J.F. Banfield // Science. – 2000. – № 290. – P. 1744–1747.

14. Solubility, Mobility, and Bioaccumulation of Trace Elements: Abiotic Processes in the Rhizosphere / B. Robinson, N. Bolan, S. Mahimairaja, B. Clothier // Trace elements in the environment: biogeochemistry, biotechnology, and bioremediation / ed. by M.N.V. Prasad, Ravi Naidu, Kenneth S. Sajwan. – New York, USA: Taylor & Francis Group, 2006. – P. 97–110.

15. Geochemistry of carbonatic/sulphatic soils in the southern Angara region, Russia / Yu.N. Vodyanitskii, N.D. Kiseleva, O.G. Lopatovskaya, A.T. Savichev // Annals of agrarian science. – 2016. – № 14. – P. 140–151. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aasci.2016.05.016> (дата обращения 23.08.2019).

16. Научно-исследовательский полигон «Васюганье». Программа научной экскурсии / Л.И. Инишева, Т.В. Дементьева, Е.А. Головацкая, Е.В. Порохина. – Томск: ЦНТИ, 2003. – 88 с.

17. Гидрогеохимические условия формирования олиготрофных болотных экосистем / О.Г. Савичев, А.К. Мазуров, И.П. Семилетов, В.А. Базанов, Н.В. Гусева, А.А. Хващевская,

Н.Г. Наливайко // Известия РАН. Серия географическая. – 2016. – № 5. – С. 60–69. URL: <http://dx.doi.org/10.15356/0373-2444-2016-5-60-69> (дата обращения 23.04.2021).

18. ГОСТ 17644-83. Торф. Методы отбора проб из залежи и обработки их для лабораторных испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 12 с.
19. Экология микроорганизмов /под ред. А.И Нетрусова. – М.: АКАДЕМА, 2004. – 267 с.
20. Наливайко Н.Г. Микробиология воды. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2009. – 139 с.
21. Савичев О.Г., Наливайко Н.Г., Трифонова Н.А. Микробиологический состав речных вод бассейна верхней и средней Оби // Сибирский экологический журнал. – 2002. – № 2. – С. 173–180.
22. РД 52.24.622-2017. Порядок проведения расчета условных фоновых концентраций химических веществ в воде водных объектов для установления нормативов сбросов сточных вод. Дата введения 14.06.2017 г. – М.; Ростов-на-Дону: Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2017. – 96 с.
23. Nash J.E., Sutcliffe J.V. River flow forecasting through conceptual models. P. I – A discussion of principles // Journal of Hydrology. – 1970. – № 10 (3). – P. 282–290.
24. Иванов К.Е. Водообмен в болотных ландшафтах. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 280 с.
25. Seasonal dynamics of water and nutrient fluxes in an agricultural peatland / C.D. Kennedy, N. Alverson, P. Jeranyama, C. DeMoranville // Hydrological Processes. – 2018. – V. 32. – P. 698–712. DOI: 10.1002/hyp.11436.
26. Межибор А.М. Экогеохимия элементов-примесей в верховых торфах Томской области: автореф. ... канд. геол.-минерал. наук. – Томск, 2009. – 22 с.
27. Veretennikova E.E. Lead in the natural peat cores of ridge-hollow complex in the taiga zone of West Siberia // Ecological Engineering. – 2015. – V. 80. – P. 100–107.
28. Authigenic and Detrital Minerals in Peat Environment of Vasyugan Swamp, Western Siberia / M. Rudmin, A. Ruban, O. Savichev, A. Mazurov, A. Dauletova, O. Savinova // Minerals. – 2018. – V. 500. – № 8. – P. 1–13. DOI: 10.3390/min8110500.
29. Origins of mineral matter in peat marsh and peat bog deposits, Spain / A.M. López-Buendía, M.K.G. Whateley, J. Bastida, M.M. Urquiola // International Journal of Coal Geology. – 2007. – V. 71. – P. 246–262. DOI:10.1016/j.coal.2006.09.001.
30. Mineral components in a peat deposit: looking for signs of early mining and smelting activities in Silesia–Cracow region (Southern Poland) / J. Cabala, B. Smieja-Król, M. Jablonska, L.

Chrost // *Environmental Earth Sciences*. – 2013. – № 69. – P. 2559–2568. DOI: 10.1007/s12665-012-2080-6.

31. Comparative evaluation of the mineralogical composition of Sphagnum peat and their corresponding humic acids, and implications for understanding past dust depositions / C. Zacccone, S. Pabst, G.S. Senesi, W. Shotyk, T.M. Miano // *Quaternary International*. – 2013. – № 306. – P. 80–87. DOI: 10.1016/j.quaint.2013.04.017.

32. Гидрогеология СССР. Том 16, Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области) / Под ред. В. А. Нуднера – М.: Недра, 1970 – 368 с.

33. Рассказов Н.М. Основные гидрогеологические и гидрогеохимические особенности торфяных месторождений центральной части Обь_Иртышского междуречья / Н.М.Рассказов, П.А. Удодов, Т.Я. Емельянова и др.: под ред. Е.В. Пиннекера // *Подземные воды Сибири и Дальнего Востока*. – М.: Недра, 1971. – С. 229–232.

34. Савичев О.Г. Реки Томской области. Состояние, использование, охрана. Томск, Изд-во ТПУ, 2003г., 201 с.

35. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение / О.Л. Лисс, Л.И. Абрамова, Н.А. Аветов, Н.А. Березина, Л.И. Инишева, Т.В. Курнишкова, З.А. Слука, Т.Ю. Толпышева, Н.К. Шведчикова / под ред. В.Б. Куваева. – Тула: Гриф и К°, 2001. – 584 с.

36. Терентьева И.Е., Филиппов И.В., Сабрекова А.Ф., Глаголева М.В., Курбатова Ю.А., Максюттов Ш. Картографирование таежных болот Западной Сибири на основе дистанционной информации // *Известия РАН. Серия географическая*. – 2020. – Т. 84, № 6, С. 920–930. DOI: 10.31857/S2587556620060102.

37. Савичев О.Г., Шмаков А.В. Вертикальная зональность и внутригодовые изменения химического состава вод Тимирязевского болота (Томск, Западная Сибирь) // *Известия Томского политехнического университета*. – 2012. – Т. 320. – № 1, С. 156–156.

38. Шмаков А.В. Гидрогеохимический режим заболоченных территорий в подтаежной зоне Западной Сибири (на примере Тимирязевского болота у г. Томска): автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск: ТПУ, 2016. – 21 с.

39. Колоколова О.В. Геохимия подземных вод района Томского водозабора: автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск: ТФ ИГНГ СО РАН, 2003. – 21 с.

40. Межибор А.М. Экогеохимия элементов-примесей в верховых торфах Томской области: автореф. ... канд. геол.-минерал. наук. – Томск, 2009. – 22 с.

41. Климова Н.В., Чернова Н.А., Пац Е.Н., Дюкарев А.Г. Динамика гидроморфных экосистем в зоне действия Томского водозабора // В сборнике: Природопользование и охрана

природы: Охрана памятников природы, биологического и ландшафтного разнообразия Томского Приобья и других регионов России. Материалы IX Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. 2020. С. 176-180. DOI: 10.17223/978-5-94621-954-9-2020-42.

42. Состояние геологической среды (недр) на территории Сибирского федерального округа в 2018 г. Информационный бюллетень / под ред. В.А. Лыгодина. Томск: Филиал «Сибирский региональный центр ГМСН», ФГБУ «Гидроспецгеология», 2019, вып. 15. – 218 с.

43. Пьявченко Н.И. Типы болотных лесов Томского стационара // Особенности болотообразования в некоторых лесных и предгорных районах Сибири и Дальнего Востока / под ред. Н.И. Пьявченко. – М.: Наука, 1965, С. 97–113.

44. ГОСТ 17644-83. Торф. Методы отбора проб из залежи и обработки их для лабораторных испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 12 с.

45. Manual on Stream Gauging. Vol. I. Fieldwork. WMO. No. 1044. – Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 2010. – 252 p.

46. Изменения химического состава кислотных вытяжек по глубине торфяной залежи внутриболотных экосистем Васюганского болота (Западная Сибирь) / О.Г. Савичев, А.К. Мазуров, М.А. Рудмин, А.А. Хвощевская, А.Б. Даулетова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329. – № 9. – С. 101–116.

47. Savichev O., Soldatova E., Rudmin M., Mazurov A. Geochemical barriers in oligotrophic peat bog (Western Siberia) // Applied Geochemistry. – 2020. – 113. 104519. – P. 1–11. doi: 10.1016/j.apgeochem.2019.104519.

48. СП 33-101-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, 2004. – 72 с.

49. ГОСТ 21123-85. Торф. Термины и определения. Дата введения 01.07.1986 г. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 85 с.

50. Лиштван И.И., Базин Е.Т., Косов В.И. Физические процессы в торфяных залежах. – Минск: Наука и техника, 1989. – 287 с.

51. Савичев О.Г., Наливайко Н.Г., Рудмин М.А., Мазуров А.К. Микробиологические условия распределения химических элементов по глубине торфяной залежи в экосистемах восточной части Васюганского болота (Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – № 9, С. 184-194. DOI <https://doi.org/10.18799/24131830/2019/9/2272>.

52. Drever J.I. The geochemistry of natural waters. – Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1982. – 440 p.
53. Shvartsev S.L. Geochemistry of fresh Groundwater in the Main Landscape Zones of the Earth // *Geochemistry International*. – 2008. – V. 46. – № 13. – P. 1285–1398.
54. Savichev O.G., Rudmin M.A., Mazurov A. K., Nalivaiko N.G., Sergienko V.I., Semiletov I.P. Mineralogical and Geochemical Features of a Peat Deposit in the Eutrophic Obskoye Fen under Anthropogenic Load (Western Siberia) // *Doklady Earth Sciences* – V. 492, – I 1, 1.05.2020, P. 320-322.
55. Schipper A.M., Zeefat, R., Tanneberger F., Van Zuidam J.P., Hahne W., Schep.S.A., Loos, S, Bleuten, W., Joosten H., Lapshina E.D., Wassen M. Vegetation characteristics and eco-hydrological processes in a pristine mire in the Ob River valley (Western Siberia) // *Plant Ecology* – V.193, I-1, 10.2007, P. 131-145.
56. Opekunova M.G., Opekunov A.Y., Kukushkin S.Y., Ganul A.G., Background Contents of Heavy Metals in Soils and Bottom Sediments in the North of Western Siberia// *Eurasian Soil Science* – V. 52, I 4, 01.04 2019, P 380-395.
57. Savichev, O.G. Mazurov, A.K., Rudmin, M.A. Hvashchevskaya, A.A. Dauletova, A.B., Changes in chemical composition of acid extracts on depth of peat deposit of the vasyugan mire ecological systems (Western Siberia) – *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering* – V. 329., I-9, 2018, P. 101-116.
58. Sergeevich, A.V. Distribution of chemical elements in geochemically conjugated wetland landscapes of the Taiga zone in Western Siberia // *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering* – V 328, I. 10, 2017, P. 32-40.
59. Rudmin, M., Wilson, M.J., Wilson, L., Savichev, O., Yakich, T., Shaldybin, M., Ruban, A., Tabakaev, R., Ibraeva, K., Mazurov, A. Geochemical and mineralogical features of the substrates of the Vasyugan Mire, Western Siberia, Russia// *Catena*, V.194., 07.2020, Article number 104781
60. Sinyutkina, A.A. Начало формы Investigating the peat deposits of the Great Vasyugan Mire margin using ground-penetrating radar // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*., 17.12.2018, Article number 012066
61. Savichev, O.G., Mazurov, A.K., Rudmin, M.A., Shakhova, N.E., Sergienko, V.I., Semiletov, I.P., Mechanisms of Accumulation of Chemical Elements in a Peat Deposit in the Eastern Part of Vasyugan Swamp (West Siberia)

62. Savichev, O., Mazurov, A., Rudmin, M., Soldatova, E. Water-rock interaction within the oligotrophic peat bog (part of the Vasyugan Swamp, Western Siberia) // E3S Web of Conferences, V. 98., 07.06.2020 Article number 01045.
63. Savichev, O., Soldatova, E., Mazurov, A.K., Rudmin, M.A., Geochemical barriers in oligotrophic peat bog (Western Siberia) // Applied Geochemistry, V.113., 02.2020, Article number 104519.
64. Savichev, O.G., Reshetko, M.V., Moiseeva, Yu.A. The nonlinear effects based on peat chronology data in paleoclimatic reconstructions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, V 43, I 1, 11.10.2016, Article number 012034.
65. Volkova, E.M., Boykova, O.I., Khlytin, N.V., The changes of chemical parameters of peat-forming plants during decomposition processes on karst-suffusion mires of the middle-Russian upland // Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya, V. 1, 2020, P 283-292
66. Inisheva, L.I., Porokhina, E.V., Golovchenko, A.V., Szajdak, L.W. Abiogenic and biogenic forms of migration compounds in swamps of different genesis // Lecture Notes in Earth System Sciences 2020, P. 277-295.
67. Efremova, T.T., Avrova, A.F., Regression Models of Acid–Base Properties of Peat Swamps as Operational Criteria for Their Chemical Classification // Contemporary Problems of Ecology V. 12, I 4, 01.07.2019, P. 321-336.
68. Sinyutkina, A.A., Gashkova, L.P., Maloletko, A.A., Magur, M.G., Kharanzhevskaya, Y.A., Transformation of the surface and vegetation cover of drained bogs in Tomsk region // Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta, Biologiya. Issue 43, 2018, Pages 196-223.
69. Савичев О.Г. Водные ресурсы Томской области. Томск.: Изд-во Том. политех. ун-та, 2010. 248 с.
70. К. М. Беркович, Д. А. Вершинин, В. А. Земцов и др. Ледовый и русловой режим нижнего течения реки Томи// Эрозионные и русловые процессы : сборник трудов. М., 2015. Вып. 6. С. 183-198.
71. Мониторинг русловых деформаций р. Томи в пределах Томской области (отчет по государственному контракту №05-70-350/B19.13 от 26.05.2005 г.).
72. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Томской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tmsk.gks.ru> (дата обращения 15.04.2021).
73. Официальный портал муниципального образования «Город Томск». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.admin.tomsk.ru> (дата обращения 12.02.2018).

74. Приложение к решению Думы города Томска «Генеральный план города Томска» от 27.11.2007 № 687.
75. Киселев Д.В., Земцов В.А. Определение характерных расходов воды, наиболее интенсивно влияющих на процесс формирования речного русла (на примере рек Томской области) // Вестник Томск. ун-та. 2011. № 351.
76. Савичев О.Г. Реки Томской области. Состояние, использование, охрана. Томск, Изд-во ТПУ, 2003 г., 201 с.
77. Евсеева Н.С. География Томской области . – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2001, 223 с
78. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 (с Изменением N 2)
79. ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартов безопасности труда, средства защиты работающих общие требования и классификация»;
80. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»;
81. ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»;
82. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»;
83. ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ) общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
84. ГОСТ Р ИСО 7243-2007 «ТЕРМАЛЬНАЯ СРЕДА. Расчет тепловой нагрузки на работающего человека, основанный на показателе WBGT (температура влажного шарика психрометра)»;
85. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (Переиздание);
86. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования;
87. ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума;
88. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»;
89. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение;
90. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов;
91. Правила устройства электроустановок (ПУЭ);
92. Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭЭ);

93. ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
94. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
95. ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные (с Изменением N 1)
96. НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности;
97. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования;
98. ГОСТ 12.4.009-83. (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов;
99. ГОСТ 12.3.009-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ) Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности»;
100. Методические указания «Расчет искусственного освещения»;
101. Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда;
102. СП 131.13330.2018 Строительная климатология.
103. СП 11-102-97 ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
104. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2)
105. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений.
106. ПБ 08-37-93 Правила безопасности при геологоразведочных работах

Приложение А

(обязательное)

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Федченко А. С.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Савичев О.Г.	Профессор Д.Г.Н		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кемерова Н.С.			

Study of the water regime of bogs

At the moment, the problem of studying bogs is associated with the need for a closer integration of hydrogeological, hydrological, hydrogeochemical, geoeological and geobotanical research methods. In this regard, it should be noted that in recent years, more and more attention has been paid to the study of the interconnections of the bog, underground and river waters in the formation of the water and hydrogeochemical regime, the general ecological and geochemical state of catchment areas. Hydrogeochemical conditions are inextricably linked with water exchange [Alekin, 1970; Shvartsev, 1998]. In the case of swamps, the water exchange conditions are closest to the conditions of underground runoff [Ivanov, 1975; Western swamps

Siberia ..., 1976], which, according to [Vsevolozhsky, 1991; Kudelin, 1960, 1972; Fundamentals of Hydrogeology. Hydrogeodynamics, 1983], are defined as the gravitational water motion in the saturation zone. Water exchange in this sense is an element of the water cycle in nature associated with a complex of climatic, geological, hydrogeological, geomorphological, hydrological and anthropogenic conditions. Based on this, many methods used in the study of underground runoff are applied in approaches to studying the hydrological regime of bogs.

When studying underground runoff, the following methods are usually used:

1) hydrological – hydrogeological method based on dismemberment of hydrographs of the total river flow;

2) hydrometric method based on level measurements of groundwater, lysimetric observations, river water flow rates in the low–water period, estimates of underground runoff by indirect methods;

3) hydrochemical method based on the analysis of elements of hydrochemical balance on average for a long–term period (includes varieties due to the use of different indicators, including radioactive isotopes);

4) an analytical method based on the approach of an analytical or numerical solution of the balance equations for matter and energy in the form of systems differential or algebraic equations for groundwater movement

[Kudelin, 1960, 1972; Bochever et al., 1965; Popov, 1968; Fundamentals of Hydrogeology. Hydrogeodynamics, 1983].

Analytical decisions in the hydrogeological literature are often correlated with the "hydrodynamic method", and numerical – with "mathematical modeling", although, according to O.G. Savicheva [2005], both solutions are just different implementations of one method – mathematical modeling.

Actually the listed methods represent different sides of the same method – determining the balance of matter and energy. The fact that they are differentiated reflects the history of the development of hydrogeology and hydrology. Let's consider the possibility of using these methods in relation to the study of swamps in a nutshell.

The hydrological and hydrogeological method is most fully substantiated in the works of Kudelin [1962, 1970], but its use is possible mainly for the presence of a pronounced channel flow, which is not always the case.

Besides, due to the relatively intensive water–mineral nutrition, an important role in the study of underground runoff is played by the influence of swamps, often located in the coastal part of a river valley, which are usually the swamps of eutrophic type. Accordingly, the hydrological–hydrogeological method is advisable to use for studying water exchange or large bog massifs with a complex of different types of wetland ecosystems, or eutrophic (lowland) bogs. As one of the latest examples using this method, we can cite the works of Yu.A. Kharanzhevskaya [2011], in which the method considered above is aimed at studying underground runoff in the basin of the Chaya River (left tributary of the Ob).

Accuracy and reliability of estimates obtained by other methods (including hydrometric, based on observations of the level regime of groundwater) is largely due to the objectivity of schematization of hydrogeological conditions, as well as the dissemination of local assessments of hydrodynamic and other parameters for the entire swamp. Moreover, the higher the value representativeness of the resulting series, often associated with the possibility of thickening the observation network, the higher the reliability of the water regime assessment results. With this in mind, the use of practically of all methods is associated with possible errors, and the larger the area of the bog, the more errors occur. Nevertheless, it should be noted that the most significant results in the study of water flow and the regime of wetlands in Western Siberia A.D. Dubakh [1940], K.E. Ivanov, S.M. Novikov [Hydrology of wetlands ..., 2009] were obtained mainly on the basis of applied varieties of the hydrometric method. Moreover, the indicated authors widely use the approach according to which in the peat deposits, active and inert horizons are distinguished [Ivanov, 1975]. In their works of S.M. Maslov defines them as "peat soil" and "peat rock", respectively. The term "peat soil" in the designation of an active horizon is also used in the works of L.I. Inisheva. Active horizon, which is usually 0.2–0.7 m, is characterized by seasonal changes in levels of swamp waters during the hydrological year, respectively

characterizing the mode of oxygen access activating the flow of oxidative reactions leading to the creation of unique humification conditions of this horizon. In general, this horizon is also associated with the root swamp vegetation zone. The surface and the upper part of the active horizon with a number of reservations is closest to the concept of "aeration zone", used in hydrogeology. However, the main part of the active horizon, characterized by a fairly high moisture content and relatively inert horizon with high filtration properties, corresponds to the saturation zone in greater degree. It is related to the active horizon, according to K.E. Ivanov [1975], and the main part of the water runoff is confined to swamps and the area within it. The underlying inert layer, taking into account hydrogeological terminology, most of all corresponds to the zone of slow water exchange and is characterized by insignificant filtration coefficient.

Significant contribution to the study of water flow and hydrological the regime of swamps was introduced by such scientists as: B.S. Maslov [1970, 2007] — one of the largest domestic specialists in the field of peat reclamation; F.Z. Glebov [1988], engaged in the introduction and justification of radioisotope methods in wetland hydrology; E.A. Romanov [1960, 1961] and L.I. Usova [2007], performed a number of major works, including using phytoindication methods in swamp hydrology.

It should be mentioned that taking into account the selection of the horizons of the peat deposit components, I.D. Bogdanovskaya – Gienef [1948] concluded that even in the aquifers, water does not move in the peat solid front, but as separate streams. The results of observations by V.M. Matyushenko testify to the seepage of water from the walls of the pits coming out as intense, separate small streams. So, for example, de Launay [de Launay, 1922] notes that the water of porous soils circulates in the form real underground streams, and not in the form of a network of capillaries enveloping the entire mass, as was believed for a long time [Baranovskiy, 2006]. It was found that the movement of water occurs in many cases along morphologically differentiated peat structure system, taking into account morphometric features of the bog surface, thereby forming surface watercourses and groundwater, playing significant role in the movement of water. It can be concluded that filtration is not the only way to move water in a peat deposit, as there is a separate water supply system.

But its importance cannot be underestimated either: by filtration, water flows from peat bogs to the nearest lakes, lakes and rivers, both underground and surficial. The decrease in water flow in the lower reaches of rivers is also due to filtration. In those parts of the massif where there are no water veins and lakes closely associated with them, the river network is poorly developed, and the movement of water occurs exclusively by filtration. Well consistent with each other the results of experiments and observations of Malmstrom [1923], A.D. Brudastova [1925] and Ya.Ya. Getmanova [1928] showed that not all types of peat have a high filtration capacity [V.I. Baranovsky, 2006].

Poorly decomposed peat is mainly water-conducting: sphagnum, hypnum, sedge, reed, as well as stumpy horizons [Getmanov, 1928].

The filtration movement of water in raised peatlands occurs mainly in undecomposed sphagnum peat, mainly in the layer, overlying the moderately decomposed Magellanicum, or Scheuchzerian peat, partly surficial. A significant role in the conduct of water is played by small decomposed layers between more humified ones. The self-movement of water can somewhat reduce the degree of decomposition of peat over time, since water carries away part of the humic substances in the dissolved form and, probably, also in the form of thin suspended turbidity. Possibly, low degree of decomposition (10%) of the water conducting layer is at the sight, to some extent, a secondary phenomenon, although from the very moment of its formation should have been slightly less humified in comparison with the underlying peat [Baranovskiy, 2006].

Study of the chemical composition of peat

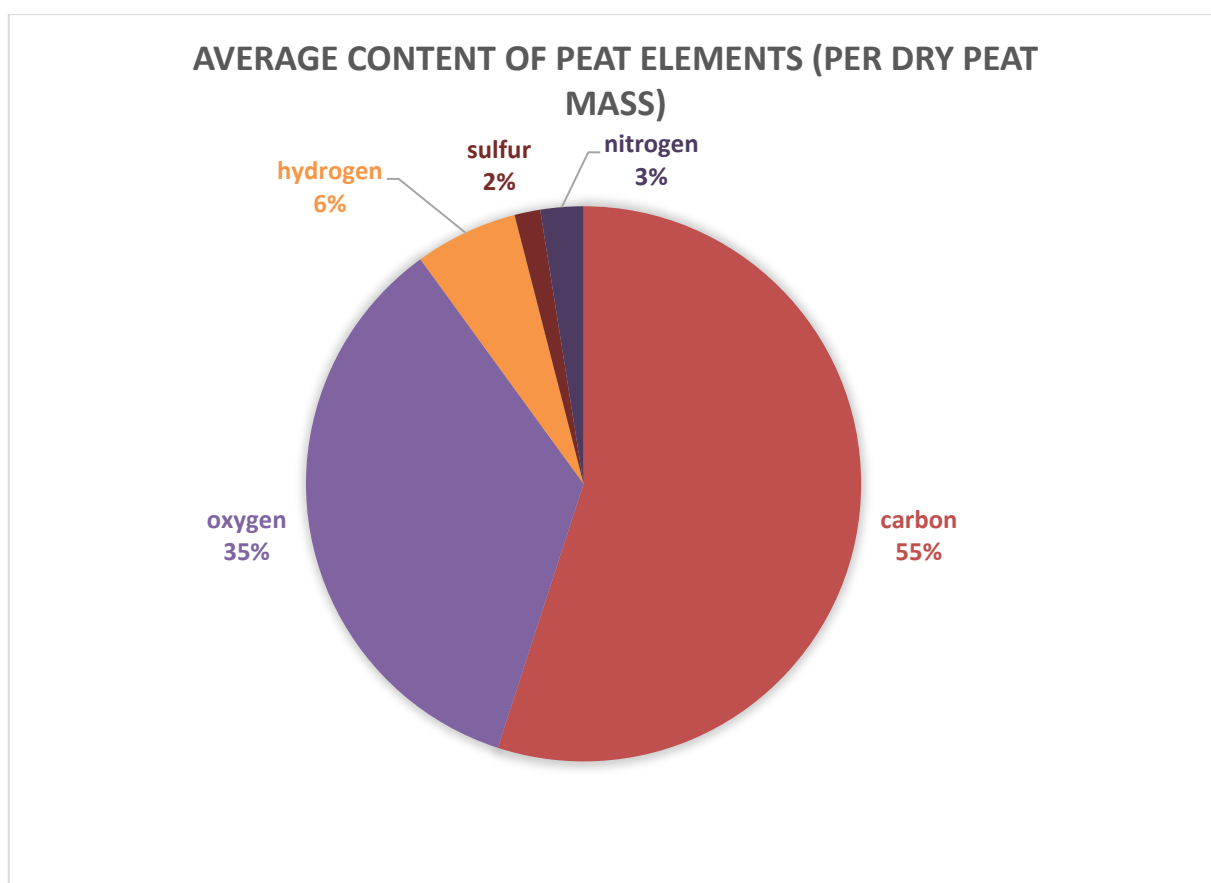
The study of the chemical composition of bog waters and the properties they possess is impossible without analyzing the conditions of the environment of their formation, including conditions of peat formation, its physical and chemical properties. The formation of peat is determined by the functioning of the bog phytogenesis and the conditions for the transformation of organic matter in the peat deposit. The

formation of peat occurs in the process of oxygen deficiency increase under conditions of the removal minimization of decomposition products of plant residues. The intensity of the transformation of peat in the active horizon depends on the conditions of water supply and climatic conditions, which have a significant effect on the state of the bog phytocenosis determining the features of the water and thermal regime of the peat deposit.

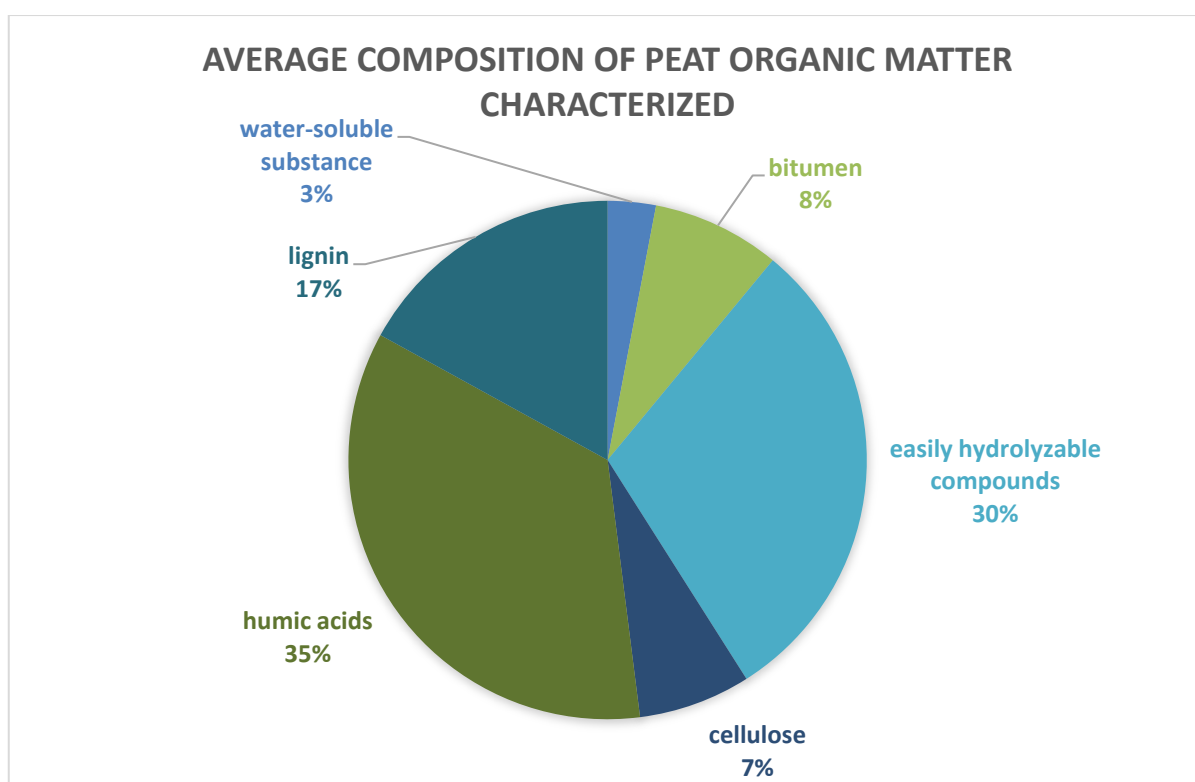
The conditions for the accumulation of substances in bog waters.

Peat has a complex chemical composition, which is determined by the conditions of genesis, the chemical composition of peat-forming plants and the degree of peat decomposition. The average content of peat elements (per dry peat mass): carbon – 50–60%; oxygen – 30–40%; hydrogen – 5–6.5%, sulfur – 0.1–1.5%; nitrogen – 1–3% (pic. 1.1). The average composition of peat organic matter is characterized by the content of water-soluble substances in the amount of 1–5%, bitumen – 2–10%, easily hydrolyzable compounds – 20–40%, cellulose – 4–10%, humic acids – 15–50%, lignin – 5–20% (pic. 1.2) [Western Marshes Siberia ..., 1976].

The classification of peat is based on the differentiation of peat-forming plants (according to the degree of predominance of their communities), taking into account the main hydrological and geobotanical settings.



Pic. 1.1 Average content of peat elements (per dry peat mass)



Pic.1.2 Average composition of peat organic matter characterized

On the basis of this approach, a classification of peat deposits has been proposed, according to which types (lowland, transitional, mixed and upland), subtypes (forest, forest swamp and swamp) and a number of species (alder, birch, spruce, and others) are distinguished [Peat deposits and their exploration, 1977].

The study of the chemical composition of peat and water feeding the peat bog showed that the criterion for determining the type of mineral nutrition of the bog can be the content of calcium, magnesium, iron, and hydrocarbon in the bog waters. Their content in waters and peats decreases with the transition from lowland peatlands to highland ones [Pichugin, 1947, 1958]. Several researchers working in this field believe that the main role in determining the mineral nutrition belongs to calcium. The relationship between the forming type of peat and the content of calcium in it was noted by M. Fleicher [M. Fleicher, 1922]. M.N. Nikonov [1956, 1960] believes that calcium reduces soil acidity and should be considered as a regulator of the peat-forming process. The amount of sulfates, chlorides, and silica in the bog waters of each type of peat is very variable, so they cannot be taken as a basis for determining the type of mineral nutrition.

The issue with the classification of bogs, in general, is somewhat more complicated due to the fact that there is still no unified agreed position in specific issues related to the understanding of a bog as a component of the environment, which are discussed by specialists from different areas of contact. So, soil scientists consider a bog to be a specific soil object; botanists treat it as a forest land or phytocenoses; geologists define it as a geological object; hydrologists present it as a surface water body, and bog waters – as surface water. Hydrogeologists traditionally evaluate bog waters – as underground (moreover, peat swamp is defined as specific conditions in the aeration zone) [Berezin, Bazanov, Savichev, 2005].

Интервал глубины, м	pH	γ , $\mu\text{S}/\text{cm}$	A, %	Ca	Na	K	Cl	Si	P	Al	Fe	Ti	Zn	Cd	La	Ce	Pb
0,00-0,25	3,63	149,33	7,00	1713,37	52,23	262,43	1337,40	130,30	297,40	2020,73	2138,10	31,63	20,53	0,17	1,95	3,98	18,01
0,25-0,50	3,61	108,33	2,20	1776,77	66,37	64,70	1579,73	137,57	160,33	822,43	478,50	13,87	18,77	0,06	0,48	1,06	1,44
0,50-0,75	3,59	119,67	1,57	1792,47	99,73	87,57	1347,97	133,83	131,03	801,80	600,37	13,37	13,27	0,06	0,45	0,94	1,60
0,75-1,00	3,77	109,00	1,70	1965,30	85,53	82,33	1242,87	147,80	138,87	912,93	610,30	14,40	27,80	0,05	0,48	0,98	1,50
1,00-1,25	3,80	106,00	1,80	1895,53	107,23	98,20	1230,80	147,80	127,67	839,07	567,20	13,60	35,80	0,05	0,42	0,79	1,43
1,25-1,50	3,86	113,33	1,87	1928,20	82,57	65,53	1372,10	154,87	133,20	855,33	602,00	15,10	45,60	0,05	0,43	0,83	1,24
1,50-1,75	3,82	89,00	1,83	2060,30	101,33	83,47	1250,23	175,60	127,00	899,73	667,43	16,80	51,77	0,05	0,47	0,95	1,39
1,75-2,00	3,79	97,00	1,87	2185,53	94,33	85,23	1285,93	182,27	126,10	854,17	686,90	14,90	84,47	0,05	0,42	0,83	1,33
2,00-2,25	3,83	100,00	1,67	1925,57	80,67	71,13	1382,70	162,63	122,83	800,67	612,53	14,80	100,00	0,05	0,39	0,70	1,20
2,25-2,50	3,76	93,00	1,67	2050,87	96,67	77,37	1824,57	192,83	122,93	849,43	704,73	14,90	119,17	0,06	0,45	0,89	1,15
2,50-2,75	3,91	90,00	1,63	1868,30	121,77	78,73	1581,10	158,30	128,97	791,83	651,43	15,17	125,03	0,05	0,43	0,88	0,89
2,75-3,00	4,15	93,33	1,70	2551,33	92,17	86,20	1408,77	164,47	129,20	793,33	886,47	14,00	187,63	0,05	0,43	0,89	1,09
3,00-3,25	4,14	64,33	2,75	2331,73	96,10	81,03	1540,43	159,77	159,63	1140,10	887,33	19,10	239,90	0,06	0,66	1,48	1,43
3,25-3,50	3,79	126,00	1,70	1889,30	103,60	66,00	1888,90	175,50	119,10	791,10	928,60	14,20	390,10	0,06	0,48	0,97	1,48
3,50-3,75	3,74	128,00	1,50	2340,60	295,50	87,50	2951,30	189,20	118,90	737,20	926,40	13,40	463,90	0,06	0,43	0,91	1,19
3,75-4,00	3,62	124,00	2,00	2669,80	152,10	83,10	2378,70	220,90	117,00	875,90	1008,50	15,50	787,10	0,05	0,55	1,00	1,90
4,00-4,25	3,85	93,00	-	3333,00	121,50	88,40	1890,30	229,30	166,80	995,10	1006,80	16,70	769,90	0,08	0,55	1,06	2,46

Table 1.1. Average content of physical-chemical indicators of peat and chemical composition of acid extracts from soil samples at Timiryazev bog

Conclusions

Swamps are an important indicator of the general state of catchment areas and characterize natural and anthropogenic changes in hydrogeological and hydrogeochemical conditions in general. This determines the relevance of research on bogs, within the framework of which significant advances have been made, including hydrogeochemistry and geoecology of bogs, thanks to the works of M.I. Neishtadt [1939, 1977], N.I. Piavchenko [1963, 1965, 1980, 1985], O. L. Liss et al. [2001], V.K. Bakhnova [2002], V.N. Efimova [1986], S.L. Shvartseva [2006], N.M. Rasskazova and co-authors [1963, 1975, 2001], L.I. Inisheva [2000], O. G. Savicheva [2008, 2010, 2015]. D.V. Mloskovchenko [2006] and others.

In the works of these authors, a generalization of hydrogeochemical materials on bogs of different natural zones, the type of peat deposit, geomorphological conditions and a number of other indicators were carried out. In many cases, hydrochemical studies were of a subordinate nature and were performed within the framework of substantiating certain aspects of peat formation of, bog ecosystems, etc. In particular, according to the opinion to V.N. Efimova [1986], the chemical regime of waters in a peat deposit is of great importance in the processes of development, formation of bogs and changes in their ecological state

The results of the largest bog studies in Western Siberia are presented in [Bolota of Western Siberia ..., 1976; Marsh systems ..., 2001; Bolshoye Vasyuganskoe ..., 2002; Vasyugan swamp ..., 2003; Hydrology of boggy ..., 2009]. Nevertheless, many issues related to, for example, the study of the regularities of changes in the chemical composition of bog waters along the depth of the peat deposit (both within a year and in a long-term section) remained insufficiently disclosed, which negatively affects the reliability of assessments of the state of bogs and groundwater, hydraulically connected to wetland ecosystems. To a greater extent, this is determined by the methodological and technical complexity of sampling bog waters at a given point without mixing the waters of different horizons, as well as the laboriousness of bog studies in general, which determined the goal and objectives of our research.